

作者简介 周学东

四川大学华西口腔医学院教授、博士生导师，卫生部有突出贡献中青年专家。国际牙医师学院院士(ICD)、国际牙科研究会会员(IADR)、中华口腔医学会常务理事、全国牙病防治指导小组副组长、中华口腔医学会牙体牙髓病学专业委员会主任委员、四川省医学会口腔专委会主任，国务院学位委员会第五届学科评议组成员、教育部口腔生物医学工程重点实验室主任、卫生部口腔医学重点实验室主任、四川大学学术委员会委员。《华西口腔医学杂志》及《中国口腔医学年鉴》主编。1995年起享受国务院特殊津贴。

1987年毕业于原华西医科大学，获口腔医学博士学位。1987年赴丹麦皇尔胡斯皇家牙学院研修。从事口腔内科教学、医疗和科研20多年，先后承担国家级、省部级、国际合作项目科研基金10余项，获得科研成果奖5项，教学成果奖2项。先后在国内外学术刊物上发表论文80余篇，多篇被SCI、Medline等国际权威刊物收录。主编《口腔生态学》、《口腔生物化学》、《老年口腔医学》、《中华口腔科学》、《口腔基础医学》及《牙体牙髓病学》等10余部学术著作及教材。

VISIT…

LANZAROTE Caliente.com



作者简介 岳松龄

四川大学华西口腔医学院教授、博士生导师。

1946年毕业于原华西协和大学牙学院，获牙医学士学位，美国纽约州立大学牙医学博士学位，留校从事口腔医学高等教育工作。工作50余年间长期专攻龋病学的理论探讨，为我国系统龋病学的创建作出了杰出的贡献。负责了“EB型复合树脂的研制和应用”、“龋病流行病学研究”、“早期牙釉质龋的破坏途径与方式”、“牙菌斑致龋力”及“牙釉质龋病病变机理”等系列研究，以第一作者名义发表论文50余篇，在国内外均有重要影响。先后获得中华医学奖、四川省、卫生部科技进步奖，四川省优秀博士生导师及成都市优秀教师等奖励和称号。

长期从事口腔内科教学、医疗和科研工作，先后主编专著3部，全国统编教材1部。所编写的《龋病学》是我国首部系统阐述龋病病因、病理及治疗的专著，在口腔医学界享有盛誉。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

前　言

牙体牙髓病是人类最常见的牙齿疾病，包括龋病、牙髓病、根尖周围组织病、牙齿外伤以及牙齿发育异常等疾病，是造成人类牙齿缺失的主要原因。这类疾病的主要特点是发病率高、病程长、很容易被忽视，与全身疾病有着密切的关系，治疗不彻底，复发率高、诊治需求量大。

牙体牙髓病学是在牙体解剖学、口腔生物学、口腔内科学、口腔材料学、口腔放射诊断学等基础上发展起来的，与生物力学、精密制作、心理学、美学、艺术学等有着密切的关系。随着现代生物技术、新材料技术、信息技术、电子技术的发展以及在口腔医学领域的应用，牙体牙髓病学在基础研究和临床诊断治疗技术方面都有了大的发展，使该病的诊断治疗从传统的凭经验、凭感觉跨越发展为诊断技术数字化、修复材料生物化、治疗过程可视化、医患之间互动化的全新治疗模式，扩大了治疗的适应范围，使治疗程序更便捷，疗效更好。因此，学习牙体牙髓病学，既要掌握口腔医学的专业知识，还要具有相关学科的知识和技能。

本书旨在向读者全面系统地介绍近年来国内外牙体牙髓病学的研究进展，结合编者们多年的科研、临床经验，重点论述该领域的最新成果。本书系统地阐述龋病、牙髓病、根尖周围组织病、牙齿发育异常、牙外伤等的疾病的病因、临床表现、诊断治疗及防治的新理论、新技术、新方法，图文并茂，力求理论结合临床，兼顾牙体牙髓研究人员和临床医务人员的需求。通过阅读本书，可以使口腔医学专业人员及非口腔临床医务人员全面认识牙体牙髓病的基础理论和诊断治疗方法，掌握新知识、新技术。

本书编写人员为四川大学华西口腔医学院的教师，多年从事

牙体牙髓病学的教学、科研和临床医疗工作，先后编写过多部本学科的专著。本书可供大专院校的口腔医学专业学生、研究生、牙体牙髓专科医生学习之用，也可作为临床口腔各科医生、基层医师的参考书。

由于时间有限，本书的内容上不免存在一些缺点或不足，敬请广大读者批评指出。

愿本书的出版能促进我国牙体牙髓病学学科的发展以及新技术在临床的推广应用。

周学东　岳松龄

2004年于四川　成都　华西坝

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

目　　录

第一章
牙齿组织的发育
李　伟

第一节　牙胚的发育过程 ………………………… (1)
一、牙板的发生 ………………………………… (1)
二、牙胚的形成 ………………………………… (2)
第二节　牙齿组织的发育 ………………………… (4)
一、冠部牙体组织的形成 ……………………… (4)
（一）牙本质的形成 ……………………… (4)
（二）牙釉质的形成 ……………………… (5)
（三）牙髓的发生 ………………………… (6)
二、牙根的形成 ………………………………… (7)
（一）牙根的形成 ………………………… (7)
（二）牙周膜的发育 ……………………… (7)
第三节　羟磷灰石与牙齿硬组织的矿化 ………… (8)
一、基本概念 …………………………………… (8)
二、羟磷灰石在人体的分布 …………………… (9)
三、羟磷灰石的机械性质 ……………………… (9)
四、羟磷灰石的物理性质 ……………………… (9)
五、羟磷灰石的化学性质 ……………………… (10)
六、羟磷灰石与骨和牙齿硬组织的矿化 ………………………………………… (10)
（一）磷酸酶学说 ………………………… (11)
（二）晶体外延学说 ……………………… (11)
（三）微分隔学说 ………………………… (11)
（四）基质小泡学说 ……………………… (11)
（五）活性基附加学说 …………………… (11)
七、羟磷灰石与牙齿硬组织的再矿化 …… (11)

第二章
牙齿组织的结构与生理
岳松龄　周学东

第一节　牙釉质 …………………………………… (12)
一、牙釉质的理化性质与组成 ………… (12)
（一）无机物 ………………………………… (13)

(二)有机物 …………………………… (13)
(三)水 ………………………………… (14)
二、牙釉质的组织结构 ………………… (15)
三、牙釉质的表面形态与表层结构 …… (16)
四、点隙裂沟的形态与结构 …………… (17)
五、牙釉质的功能与代谢 ……………… (18)
第二节　牙本质 ………………………………… (18)
一、牙本质的性质与组成 ……………… (18)
二、牙本质的构造 ……………………… (18)
三、牙本质内的矿化薄弱区 …………… (20)
四、牙本质的淋巴循环与神经分布 …… (20)
五、牙本质-牙髓复合体 ……………… (21)
第三节　牙骨质 ………………………………… (21)
一、牙骨质的性质与组成 ……………… (21)
二、牙骨质的组织结构 ………………… (22)
三、牙骨质的功能与代谢 ……………… (22)
第四节　釉牙本质界与釉牙骨质界 ………… (22)
第五节　牙髓 …………………………………… (24)
一、组织学特点 ………………………… (24)
(一)细胞 ………………………………… (24)
(二)纤维 ………………………………… (25)
(三)基质 ………………………………… (25)
(四)血管 ………………………………… (25)
(五)淋巴管 ……………………………… (25)
(六)神经 ………………………………… (25)
二、生理学特点 ………………………… (25)
三、牙髓组织结构与生理特点的临床意义 ………………………… (26)
(一)牙髓组织的修复特性 ……………… (26)
(二)髓腔及牙髓的增龄变化 …………… (26)
(三)牙齿发育生长的特点 ……………… (26)
第六节　根尖周组织的解剖生理特点 ……… (26)
一、牙周膜 ……………………………… (26)
二、牙骨质 ……………………………… (27)
三、牙槽骨 ……………………………… (27)
四、增龄性变化 ………………………… (27)

第三章　牙体牙髓病治疗的解剖学基础

叶 玲　周学东

第一节　牙体形态学 …………………………… (28)
一、前牙 ………………………………… (28)
二、前磨牙 ……………………………… (32)

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

三、磨牙 …………………………………… (32)
第二节　髓腔解剖学 …………………………… (34)
一、前牙髓腔 ……………………………… (34)
二、前磨牙髓腔 …………………………… (35)
三、磨牙髓腔 ……………………………… (35)
四、乳牙髓腔 ……………………………… (36)
第三节　根管形态 ……………………………… (36)
一、前牙 …………………………………… (36)
二、前磨牙 ………………………………… (38)
三、上颌磨牙 ……………………………… (39)
四、下颌磨牙 ……………………………… (39)
五、根管的特殊形态 ……………………… (40)
六、根尖孔解剖 …………………………… (40)
第四节　临床牙位记录方法 …………………… (41)
一、国际通用法 …………………………… (41)
二、部位记录法 …………………………… (41)

第四章　牙体牙髓病治疗的生物学基础
刘天佳　杨锦波

第一节　牙釉质 ………………………………… (43)
一、渗透性 ………………………………… (43)
二、晶体结构 ……………………………… (44)
三、釉柱 …………………………………… (44)
第二节　牙本质牙髓复合体 …………………… (46)
一、牙本质 ………………………………… (46)
（一）功能 ……………………………… (46)
（二）组织形态结构 …………………… (46)
（三）渗透性 …………………………… (47)
（四）敏感性 …………………………… (48)
（五）牙本质粘接 ……………………… (48)
（六）牙本质增龄变化及对外界刺激的反应 ………………………… (49)
二、牙髓 …………………………………… (50)
（一）形态结构 ………………………… (50)
（二）血管系统 ………………………… (50)
（三）神经支配 ………………………… (51)
（四）成牙本质细胞层 ………………… (51)
（五）牙体修复与牙髓健康 …………… (51)
第三节　牙周组织 ……………………………… (52)
一、牙龈 …………………………………… (52)
二、龈牙结合 ……………………………… (52)

三、牙体修复与牙龈健康 ………………（53）
四、生物学宽度 ………………………（53）
第四节　牙骨质 ……………………（53）
一、组织形态 …………………………（54）
（一）牙骨质纤维 ………………………（54）
（二）牙骨质基质 ………………………（54）
（三）牙骨质细胞 ………………………（54）
二、釉牙骨质界 ………………………（54）
三、牙本质–牙骨质界 …………………（54）
四、生物学特性 ………………………（54）
第五节　根尖周组织 ………………（55）
一、根尖牙周膜 ………………………（55）
（一）牙周纤维 …………………………（55）
（二）基质 ………………………………（55）
（三）细胞 ………………………………（55）
（四）血管和淋巴管 ……………………（56）
（五）神经 ………………………………（56）
二、牙槽骨 ……………………………（56）
三、根尖周组织的生物学特点 ………（56）

第五章
牙体牙髓病治疗的生物力学基础
陈新民

第一节　牙体牙髓病治疗力学相关结构因子 ……………………（58）
一、牙体组织结构特点 ………………（58）
（一）牙釉质 ……………………………（58）
（二）牙本质 ……………………………（59）
（三）牙骨质 ……………………………（59）
（四）牙髓 ………………………………（59）
二、生物矿化与生物矿物 ……………（59）
（一）形成有机基质预组织 ……………（60）
（二）界面分子识别诱导成核 …………（60）
（三）矿物生长的定向控制 ……………（60）
（四）生物矿物在细胞参与下组装成高级结构 ……………………（60）
三、咀嚼运动 …………………………（60）
（一）咀嚼肌力 …………………………（60）
（二）咀嚼压力 …………………………（61）
（三）咀嚼效率 …………………………（61）
四、牙周耐力 …………………………（61）
第二节　牙体组织的基本力学性能 …（61）

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

一、牙釉质的拉压力学性能 ……………… (61)
二、牙本质的拉压力学性能 ……………… (62)
三、牙体组织的剪切力学性能 …………… (63)
四、牙体结构的力学效应 ………………… (63)
（一）牙齿结构的力学分析 …………… (63)
（二）牙齿受力分析 …………………… (64)
五、影响牙体组织力学性能的因素 …… (64)
（一）力学性质的评价项目及目的 … (64)
（二）理想晶体的强度 ………………… (64)
（三）牙体组织、修复材料强度下降的因素 ………………………… (66)
第三节　牙体组织的各向异性力学性能 …… (68)
一、广义虎克定律和弹性系数 ………… (68)
二、实验方法 …………………………… (69)
（一）直接测量法 ……………………… (69)
（二）超声波法 ………………………… (69)
三、牙体组织的各向异性力学性质 …… (70)
第四节　牙体组织的断裂力学性质 ………… (71)
一、有关断裂强度理论 ………………… (71)
二、牙体组织脆性断裂的原因 ………… (71)
三、牙齿断裂功 ………………………… (72)
四、牙齿的断裂韧性 …………………… (72)
五、温度对牙齿断裂力学性质的影响 … (73)
六、牙齿断裂过程电子断口分析 ……… (73)
七、牙齿的自然断裂 …………………… (74)
第五节　生物力学在牙体牙髓病治疗中的应用 ………………………………… (74)
一、抗力形 ……………………………… (75)
（一）修复材料应具备良好的生物力学特性 ………………………… (75)
（二）增加修复体抗力的措施 ………… (76)
（三）增加牙体预备抗力的措施 …… (76)
（四）增加修复体与牙体抗力的措施 ……………………………… (76)
二、固位力 ……………………………… (76)
（一）摩擦力 …………………………… (76)
（二）约束力 …………………………… (77)
（三）粘固力 …………………………… (77)
三、牙体组织切割时的应力 …………… (77)

（一）牙科牙钻砂针切割力学 ……… （77）
（二）切割产热 ……………………… （77）
（三）牙体组织的保存 ……………… （78）
四、洞形设计的力学 ………………… （78）
（一）洞形设计 ……………………… （78）
（二）固位钉的应用 ………………… （79）
五、修复材料的选择 ………………… （80）
（一）银汞合金 ……………………… （80）
（二）金合金 ………………………… （80）
（三）复合树脂 ……………………… （80）
（四）垫底材料 ……………………… （81）
六、嵌体的应力 ……………………… （81）
七、牙体牙髓病治疗的生物力学原则 … （82）
（一）以力学性质为第一位 ………… （82）
（二）具备良好的生物相容性 ……… （82）
（三）修复材料以物理性为基础 …… （82）
（四）达到口颌各种力量的平衡协调 ……………………… （83）

第六章 牙体牙髓病治疗的美学基础 尹仕海 刘小青

第一节 牙体修复的美学概念 ……………… （84）
第二节 牙体形态与美学 ………………… （85）
一、牙体形态的雕塑美 ……………… （85）
二、前牙的黄金比例美 ……………… （86）
（一）牙体长宽的黄金比 …………… （86）
（二）牙冠正视宽度的黄金比 ……… （86）
（三）前牙覆𬌗的黄金比 …………… （86）
三、牙齿的对称美 …………………… （87）
四、牙齿的节奏美 …………………… （87）
（一）咬合接触的交替节奏美 ……… （87）
（二）颈缘曲线的动感节奏美 ……… （87）
（三）牙冠倾斜角渐变节奏美 ……… （87）
（四）牙冠长度渐变节奏美 ………… （87）
（五）牙冠颜色渐变节奏美 ………… （87）
五、牙体与牙龈及口唇的和谐美 …… （88）
六、牙型、牙弓型与面型的协调美 … （88）
第三节 色彩与牙体美学 ………………… （89）
一、色彩的三要素 …………………… （89）
（一）色相 …………………………… （89）
（二）明度 …………………………… （89）

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

（三）彩度 …………………………… (90)
二、牙体的色彩变化规律 ……………… (90)
（一）同一牙位不同部位颜色的变化 … (90)
（二）不同牙位颜色的变化 ………… (90)
（三）不同年龄牙齿颜色的变化 …… (90)
（四）不同性别牙齿色彩的变化 …… (91)
（五）不同牙髓状况牙齿颜色的变化 … (91)
（六）四环素牙、氟斑牙的色彩特征 … (91)
三、比色及选色 ……………………… (91)
（一）提高辨色能力 ………………… (91)
（二）掌握比色技巧 ………………… (91)
（三）改善比色环境 ………………… (92)
第四节　视觉与牙体美学 …………………… (92)
一、视觉平衡与牙体修复 ……………… (92)
二、性别在牙体修复中的视觉体现 …… (93)
三、性格在牙体修复中的视觉体现 …… (94)
（一）活泼型人 ……………………… (94)
（二）儒雅型人 ……………………… (94)
（三）力量型人 ……………………… (94)
四、年龄在牙体修复中的视觉体现 …… (94)
（一）青少年阶段 …………………… (94)
（二）中年阶段 ……………………… (95)
（三）老年阶段 ……………………… (95)
第五节　错觉与牙体修复美学 ……………… (95)
一、错觉的概念 ……………………… (95)
二、形态错觉 ………………………… (95)
（一）长短错觉 ……………………… (95)
（二）面积错觉 ……………………… (96)
（三）光反射错觉 …………………… (96)
（四）对比错觉 ……………………… (97)
（五）分割错觉 ……………………… (97)
（六）渐变错觉 ……………………… (97)
三、色彩错觉 ………………………… (98)
（一）色彩的面积错觉 ……………… (98)
（二）色彩的距离错觉 ……………… (98)
（三）色彩的重量错觉 ……………… (98)
第六节　心理学与牙体美学修复 …………… (98)
一、牙齿的审美心理 ………………… (99)
二、牙齿对人的心理影响 …………… (99)

三、牙体美容修复求治者的心理类型分析 …………………………（100）
（一）合理性求美心态 ………………（100）
（二）期望过高求美心态 ……………（100）
（三）从属性求美心态 ………………（101）
四、牙体美学修复中医患的心理交流 …（101）
第七节 牙体修复材料与美学 ………（101）
一、修复材料学特点 …………………（102）
二、修复材料的色泽性 ………………（103）
三、修复材料的变色与腐蚀 …………（103）
（一）修复体的老化 …………………（103）
（二）修复材料的腐蚀 ………………（104）
（三）修复材料的磨损与着色 ………（104）
四、各种修复材料的应用审美要求 ……（104）
（一）银汞合金 ………………………（104）
（二）复合树脂 ………………………（104）
（三）玻璃离子粘固剂 ………………（105）

第七章 龋 病

周学东

第一节 龋病病因 ……………………………（107）
一、细菌因素 …………………………（108）
二、牙菌斑 ……………………………（109）
三、食物因素 …………………………（110）
四、宿主因素 …………………………（110）
五、时间因素 …………………………（111）
第二节 临床表现 ……………………………（111）
一、牙齿光泽与颜色的改变 …………（112）
二、牙齿硬组织缺损 …………………（112）
三、牙齿光滑度和硬度的改变 ………（112）
四、进行性破坏 ………………………（112）
五、好发部位 …………………………（112）
（一）好发牙 …………………………（113）
（二）好发牙面 ………………………（113）
（三）牙面的好发部位 ………………（114）
第三节 临床分类 ……………………………（114）
一、按龋损破坏的进展速度分类 ……（114）
（一）急性龋 …………………………（114）
（二）猛性龋 …………………………（114）
（三）慢性龋 …………………………（114）
（四）静止龋 …………………………（114）

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

二、按龋损发生在牙面上的解剖部位分类 ………………………… (115)
(一) 窝沟龋 ………………………… (115)
(二) 平滑面龋 ………………………… (115)
(三) 牙根面龋 ………………………… (115)
(四) 线形釉质龋 ………………………… (115)
三、按龋损破坏的深度分类 ………… (115)
(一) 浅龋 ………………………… (116)
(二) 中龋 ………………………… (116)
(三) 深龋 ………………………… (116)
四、按龋损发生与牙体修复治疗的关系分类 ………………………… (116)
(一) 原发龋 ………………………… (116)
(二) 继发龋 ………………………… (116)
(三) 余留龋 ………………………… (116)
五、其他分类 ………………………… (116)
第四节 龋病的诊断 ………………………… (117)
一、常规诊断方法 ………………………… (117)
(一) 视诊 ………………………… (117)
(二) 探诊 ………………………… (117)
(三) 叩诊 ………………………… (117)
二、特殊诊断方法 ………………………… (117)
(一) X 线检查 ………………………… (117)
(二) 温度诊法 ………………………… (118)
(三) 牙线检查 ………………………… (118)
(四) 诊断性备洞 ………………………… (118)
三、诊断新技术 ………………………… (118)
(一) 光导纤维透照技术 ………………… (118)
(二) 电阻抗技术 ………………………… (119)
(三) 超声波技术 ………………………… (119)
(四) 弹性模具分离技术 ………………… (119)
(五) 染色技术 ………………………… (120)
(六) 定量激光荧光法 ………………… (120)
(七) 其他新技术 ………………………… (120)
四、鉴别诊断 ………………………… (120)
(一) 牙釉质钙化不全 ………………… (120)
(二) 牙釉质发育不全 ………………… (120)
(三) 氟斑牙 ………………………… (121)
第五节 龋病的治疗 ………………………… (121)

一、非手术治疗 ……………………… (122)
（一）适应证 ……………………… (122)
（二）药物治疗 ……………………… (122)
二、手术治疗 ……………………… (123)
（一）龋洞的分类 ……………………… (123)
（二）洞形的基本结构 ……………… (124)
（三）抗力形 ……………………… (124)
（四）固位形 ……………………… (125)
（五）洞的外形设计 ……………… (127)
（六）洞形制备的基本原则 ………… (127)
（七）洞形制备的步骤 ……………… (128)
（八）各类洞形的制备要点 ………… (131)
（九）洞的隔湿、消毒、干燥 ……… (134)
（十）窝洞的垫底 ……………………… (135)
第六节 深龋治疗 ……………………… (136)
一、深龋的诊断要点 ……………… (136)
二、深龋的洞形制备 ……………… (136)
三、深龋的治疗 ……………………… (137)
（一）深龋治疗前必须判明的情况 … (137)
（二）治疗方法 ……………………… (137)

第八章
牙体修复术
李继遥 谭 红 张凌琳

第一节 银汞合金及修复 ……………… (138)
一、银汞合金的组成 ……………… (138)
二、银汞合金的性能 ……………… (140)
三、银汞合金修复术 ……………… (141)
四、粘接性银汞合金 ……………… (143)
五、银汞合金的中毒及防护 ……… (144)
第二节 牙色材料及修复 ……………… (144)
一、 牙色材料的分类及性能 ……… (144)
（一）复合树脂 ……………………… (144)
（二）玻璃离子粘固剂 ……………… (145)
（三）复合体 ……………………… (147)
二、牙色材料的临床应用 ………… (147)
（一）牙色材料的特点 ……………… (147)
（二）牙色材料的选择 ……………… (147)
三、牙体硬组织的粘接 …………… (148)
（一）粘接的生物学基础 …………… (148)
（二）牙釉质粘接的表面处理 ……… (150)
（三）牙本质、牙骨质粘接的表面

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

处理 …………………………… (151)
(四) 牙体硬组织的粘接修复 ……… (151)
(五) 全酸蚀、湿粘接技术 ………… (153)
三、牙色材料修复术 ……………………… (153)
(一) 复合树脂修复术 ……………… (153)
(二) 玻璃离子粘固剂和复合体修
复术 …………………………… (156)
第三节　牙体严重缺损的修复 …………… (157)
一、活髓牙严重缺损的修复 …………… (157)
(一) 附加固位钉修复 ……………… (158)
(二) 沟槽固位与银汞合金钉技术 … (161)
二、根管治疗后的牙体修复 …………… (162)
(一) 根管桩的作用 ………………… (162)
(二) 根管桩修复的适应证 ………… (162)
(三) 根管桩的类型 ………………… (163)
(四) 影响根管桩修复的因素 ……… (164)
第四节　嵌体修复 ………………………… (166)
一、复合树脂嵌体 ……………………… (166)
(一) 适应证 ………………………… (166)
(二) 复合树脂嵌体的制作 ………… (166)
(三) 复合树脂嵌体的优点 ………… (167)
二、金属嵌体 …………………………… (167)
(一) 适应证 ………………………… (168)
(二) 金属嵌体的制备 ……………… (168)
(三) 金属嵌体的特点 ……………… (168)
三、CAD/CAM 嵌体 …………………… (168)
(一) CAD/CAM 系统的制作原理 … (168)
(二) CAD/CAM 嵌体的特点 ……… (168)
(三) CAD/CAM 嵌体的制备 ……… (169)
四、其他类型的嵌体 …………………… (169)
(一) 瓷嵌体 ………………………… (169)
(二) 金-瓷嵌体 …………………… (169)

第九章
牙外伤
苏勤

第一节　分类 ……………………………… (170)
一、牙外伤 WHO 标准 ………………… (170)
(一) 牙釉质折裂 …………………… (170)
(二) 未累及牙髓的冠折 …………… (170)
(三) 累及牙髓的冠折 ……………… (170)
(四) 根折 …………………………… (170)

（五）冠根折 …………………………（171）
（六）牙脱位 …………………………（171）
（七）牙撕脱 …………………………（171）
（八）牙槽突折裂 ……………………（171）
二、Andreasen 标准 ……………………（171）
（一）牙硬组织和牙髓损伤 …………（171）
（二）牙硬组织、牙髓和牙槽突损伤 …（171）
（三）牙周膜损伤 ……………………（171）
（四）牙龈及口腔粘膜损伤 …………（171）
三、常用临床分类 ……………………（171）
（一）牙折 ……………………………（171）
（二）牙震荡 …………………………（172）
（三）牙脱位 …………………………（172）
第二节　检查和诊断方法 …………………（172）
一、问诊 ………………………………（172）
二、视诊 ………………………………（172）
三、松动度测试 ………………………（172）
四、叩诊 ………………………………（172）
五、X 线检查 …………………………（173）
第三节　临床表现和治疗 …………………（173）
一、牙折 ………………………………（173）
（一）冠折 ……………………………（174）
（二）根折 ……………………………（174）
（三）冠根折 …………………………（175）
二、牙震荡 ……………………………（175）
三、牙脱位 ……………………………（176）
（一）半脱位 …………………………（176）
（二）外向脱位 ………………………（176）
（三）侧向脱位 ………………………（176）
（四）嵌入性脱位 ……………………（177）
（五）牙撕脱 …………………………（177）
四、乳牙外伤 …………………………（178）
第四节　牙外伤的并发症 …………………（179）
一、牙髓炎 ……………………………（179）
二、牙髓坏死 …………………………（179）
三、髓腔变窄或消失 …………………（179）
四、慢性根尖周炎 ……………………（179）
五、根外吸收 …………………………（179）

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

第十章
牙体慢性损害性疾病
吴红崑

第一节 磨损 …………………………………… (181)
一、病因 …………………………………… (181)
二、分级及临床特点 ………………………… (181)
(一) I 级磨损 ……………………………… (181)
(二) II 级磨损 ……………………………… (181)
(三) III 级磨损 …………………………… (182)
三、常见的并发症 …………………………… (182)
(一) 牙本质过敏症 ………………………… (182)
(二) 食物嵌塞 ……………………………… (182)
(三) 牙髓和根尖周疾病 …………………… (182)
(四) 颞下颌关节紊乱综合征 ……………… (182)
(五) 创伤𬌗 ………………………………… (183)
(六) 创伤性溃疡 …………………………… (183)
四、治疗与预防 ……………………………… (183)
(一) 去除不良习惯 ………………………… (183)
(二) 使用含氟制剂 ………………………… (183)
(三) 去除诱发因素 ………………………… (183)
第二节 磨牙症 ………………………………… (183)
一、病因 …………………………………… (183)
(一) 心理因素 ……………………………… (183)
(二) 全身性疾病 …………………………… (184)
(三) 𬌗关系不协调 ………………………… (184)
(四) 职业因素 ……………………………… (184)
二、临床分型 ………………………………… (184)
(一) 磨牙型 ………………………………… (184)
(二) 紧咬型 ………………………………… (184)
(三) 混合型 ………………………………… (184)
三、治疗 …………………………………… (184)
(一) 去除致病因素 ………………………… (184)
(二) 去除𬌗不协调因素 …………………… (184)
(三) 肌电反馈治疗 ………………………… (184)
(四) 并发症的处理 ………………………… (184)
第三节 牙隐裂 ………………………………… (184)
一、病因 …………………………………… (185)
(一) 牙体硬组织结构缺陷 ………………… (185)
(二) 治疗手术 ……………………………… (185)
(三) 𬌗力创伤 ……………………………… (185)
(四) 热力 …………………………………… (185)
二、临床表现 ………………………………… (185)

三、诊断 …………………………………… (186)
四、治疗 …………………………………… (186)
(一) 调𬌗 …………………………………… (186)
(二) 修复治疗 ……………………………… (186)
(三) 牙髓治疗 ……………………………… (187)
第四节 楔状缺损 …………………………… (187)
一、病因 …………………………………… (187)
(一) 刷牙 …………………………………… (187)
(二) 牙颈部的组织结构薄弱 ……… (188)
(三) 酸的作用 ……………………………… (188)
(四) 牙体疲劳学说 …………………… (188)
(五) 牙颈部产酸性细菌的生物学
作用 …………………………………… (188)
二、临床表现 ……………………………… (188)
(一) 新月型 ……………………………… (188)
(二) 浅碟型 ……………………………… (188)
(三) 三角型 ……………………………… (189)
(四) 不规则型 …………………………… (189)
三、治疗和预防 ………………………… (189)
(一) 改正不良的刷牙方式 ………… (189)
(二) 浅、中型无症状楔状缺损者 … (189)
(三) 深型楔状缺损且牙髓健康者 … (189)
(四) 深型楔状缺损牙髓已穿髓、牙
髓坏死或已出现牙髓根尖周疾
病者 …………………………………… (189)
第五节 酸蚀症 …………………………… (190)
一、病因 …………………………………… (190)
(一) 食物因素 ……………………………… (190)
(二) 职业因素 ……………………………… (190)
(三) 胃酸过多或胃酸上逆 ………… (190)
二、临床表现 ……………………………… (190)
三、预防和治疗 ………………………… (191)
(一) 改善劳动条件 …………………… (191)
(二) 脱敏和修复治疗 ………………… (191)
第六节 牙根纵裂 ………………………… (191)
一、病因 …………………………………… (191)
(一) 创伤性𬌗力 ………………………… (191)
(二) 根管治疗 ……………………………… (191)
(三) 根管内固位桩 …………………… (191)

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

（四）牙根的形态和大小 ……………… (191)
（五）牙齿的增龄性变化 ……………… (191)
二、临床表现 ………………………………… (192)
三、治疗 ……………………………………… (192)

第十一章　牙齿发育异常性疾病　胡　涛

第一节　牙釉质发育不全 ……………………… (193)
一、发病机制 ………………………………… (193)
二、临床表现 ………………………………… (194)
三、临床诊断 ………………………………… (194)
四、鉴别诊断 ………………………………… (194)
五、治疗 ……………………………………… (194)
第二节　遗传性牙本质发育不全 …………… (194)
一、病因 ……………………………………… (195)
二、临床表现 ………………………………… (195)
三、临床诊断 ………………………………… (195)
四、治疗 ……………………………………… (195)
第三节　先天梅毒牙 ………………………… (196)
一、发病机制 ………………………………… (196)
二、临床表现 ………………………………… (196)
（一）半月形切牙 ………………………… (196)
（二）桑葚状磨牙 ………………………… (196)
（三）蕾状磨牙 …………………………… (196)
三、诊断 ……………………………………… (197)
四、治疗 ……………………………………… (197)
第四节　畸形中央尖 ………………………… (197)
一、诊断 ……………………………………… (197)
二、治疗 ……………………………………… (198)
第五节　牙内陷 ……………………………… (199)
一、发病机制 ………………………………… (199)
二、临床表现 ………………………………… (199)
（一）畸形舌侧窝 ………………………… (199)
（二）畸形根面沟 ………………………… (199)
（三）畸形舌侧尖 ………………………… (199)
（四）牙中牙 ……………………………… (199)
三、诊断 ……………………………………… (200)
四、治疗 ……………………………………… (200)

第十二章　牙齿颜色异常的诊断与治疗　尹仕海

第一节　四环素牙 …………………………… (201)
一、发病机制 ………………………………… (202)
二、治疗方法 ………………………………… (203)
（一）复合树脂遮盖法 …………………… (203)

（二）漂白脱色法 …………………… (206)
（三）烤瓷全冠或贴面修复 ………… (208)
第二节　死髓变色牙 ……………………… (208)
一、牙髓坏死导致牙冠变色的原因 … (208)
（一）外伤 …………………………… (208)
（二）龋病 …………………………… (208)
（三）修复材料 ……………………… (208)
二、死髓牙变色的防治 ……………… (209)
（一）及早去髓充填根管预防变色 … (209)
（二）髓室内漂白 …………………… (209)
（三）光敏树脂遮盖或烤瓷冠修复 … (209)
第三节　牙齿外源性着色 ………………… (209)
一、临床表现 ………………………… (210)
二、防治方法 ………………………… (210)

第十三章
牙本质敏感症
郭　斌

第一节　病因 ……………………………… (211)
一、全身因素 ………………………… (211)
二、局部因素 ………………………… (211)
三、发病机制 ………………………… (212)
（一）神经学说 ……………………… (212)
（二）成牙本质细胞感受器学说 …… (212)
（三）流体动力学说 ………………… (213)
第二节　临床表现和诊断 ………………… (213)
一、临床表现 ………………………… (213)
二、检查诊断 ………………………… (214)
第三节　治疗 ……………………………… (215)
一、药物脱敏 ………………………… (215)
（一）氟化物 ………………………… (215)
（二）锶制剂 ………………………… (215)
（三）硝酸银 ………………………… (216)
（四）氢氧化钙制剂 ………………… (216)
（五）钾盐脱敏 ……………………… (216)
二、粘接剂脱敏 ……………………… (216)
三、修复脱敏 ………………………… (216)
四、冠修复 …………………………… (217)
五、激光脱敏 ………………………… (217)
（一）热效应 ………………………… (217)
（二）影响牙本质 Ca/P 比值，提高牙本质钙化程度 ……………………… (218)

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

第十四章
氟　牙　症
万呼春

第一节　氟牙症的流行病学 ………………（219）
一、研究历史 ……………………………（219）
二、氟牙症与龋病的关系 ………………（220）
三、我国氟牙症的流行情况及特征 ……（220）
第二节　氟牙症的病因及分类 ……………（221）
一、饮水型 ………………………………（221）
二、食物型 ………………………………（222）
三、空气污染型 …………………………（222）
四、工业污染型 …………………………（222）
五、饮茶型 ………………………………（222）
六、含氟制剂使用过程中所引起的慢性氟中毒 ………………………………（223）
第三节　氟牙症严重程度的影响因素 ……（223）
一、机体对氟化物代谢的影响 …………（223）
二、水中氟化物的影响 …………………（223）
三、气候的影响 …………………………（223）
四、食物的影响 …………………………（224）
五、营养的影响 …………………………（224）
六、年龄、体重、牙齿发育的影响 ……（224）
第四节　氟牙症的临床表现及特点 ………（224）
一、恒牙氟牙症 …………………………（225）
二、乳牙氟牙症 …………………………（225）
三、氟牙症的临床表现 …………………（225）
（一）发生部位 …………………………（225）
（二）患牙牙数 …………………………（225）
（三）牙面表现 …………………………（226）
第五节　氟牙症的诊断与鉴别诊断 ………（226）
一、牙釉质发育不全 ……………………（226）
二、四环素牙 ……………………………（227）
三、非氟斑 ………………………………（227）
四、牙面着色 ……………………………（227）
五、脱矿性斑 ……………………………（227）
第六节　氟牙症的治疗 ……………………（228）
一、治疗原则 ……………………………（228）
二、治疗方法 ……………………………（228）
（一）漂白法 ……………………………（228）
（二）修复法 ……………………………（229）
（三）微量磨除法 ………………………（229）
第七节　氟牙症的预防 ……………………（229）

一、预防原则 ………………………… (229)
二、预防措施 ………………………… (229)

第十五章 牙髓疾病

苏 勤

第一节 病因 ………………………… (230)
一、微生物感染及感染途径 ………… (230)
(一) 牙体途径 ……………………… (230)
(二) 牙周途径 ……………………… (230)
(三) 血源性感染 …………………… (230)
二、化学因素 ………………………… (231)
三、物理因素 ………………………… (231)
四、生理性因素 ……………………… (232)
五、全身及其他因素 ………………… (232)
六、医源性因素 ……………………… (232)
第二节 分类及临床表现 …………… (233)
一、可复性牙髓炎 …………………… (233)
二、不可复性牙髓炎 ………………… (233)
(一) 急性牙髓炎 …………………… (233)
(二) 慢性牙髓炎 …………………… (234)
(三) 逆行性牙髓炎 ………………… (235)
(四) 残髓炎 ………………………… (236)
三、牙髓坏死与坏疽 ………………… (236)
四、牙髓变性 ………………………… (236)
(一) 牙髓退行性变 ………………… (236)
(二) 牙髓钙化 ……………………… (236)
(三) 牙内吸收 ……………………… (237)
第三节 牙髓炎的诊断 ……………… (237)
一、常规检查 ………………………… (238)
(一) 问诊 …………………………… (238)
(二) 望诊及扪诊 …………………… (238)
(三) 探诊 …………………………… (238)
(四) 叩诊 …………………………… (238)
(五) 咬诊及染色法 ………………… (239)
二、牙髓温度测试 …………………… (239)
三、牙髓电测试 ……………………… (239)
四、X 线检查 ………………………… (239)
五、诊断性磨除及麻醉试法 ………… (240)
六、全身检查 ………………………… (240)
七、鉴别诊断 ………………………… (240)
第四节 牙髓炎的治疗 ……………… (240)

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

一、应急处理 …………………………（241）
（一）无痛技术 ………………………（241）
（二）开髓引流 ………………………（241）
（三）药物镇痛 ………………………（241）
（四）拔除患牙 ………………………（242）
二、保髓治疗 …………………………（242）
（一）无菌技术 ………………………（242）
（二）无痛技术 ………………………（242）
（三）盖髓术 …………………………（242）
（四）牙髓切断术 ……………………（243）
三、保存患牙 …………………………（243）

第十六章
根尖周围组织疾病
叶　玲

第一节　病因 ……………………………（244）
一、细菌感染 …………………………（244）
（一）感染途径 ………………………（244）
（二）根尖周感染的细菌种类 ………（244）
（三）细菌与根尖周病临床症状的
关系 ……………………………（245）
（四）细菌致病的毒力因子及致病
机制 ……………………………（245）
二、创伤因素 …………………………（245）
三、化学刺激 …………………………（245）
四、免疫因素 …………………………（246）
（一）抗原性物质 ……………………（246）
（二）免疫细胞及细胞因子 …………（246）
（三）免疫反应 ………………………（246）
第二节　分类及临床表现 ………………（247）
一、急性根尖周炎 ……………………（247）
（一）急性浆液性根尖周炎 …………（247）
（二）急性化脓性根尖周炎 …………（247）
二、慢性根尖周炎 ……………………（248）
（一）根尖肉芽肿 ……………………（249）
（二）慢性根尖脓肿 …………………（249）
（三）根尖囊肿 ………………………（250）
第三节　根尖周病的诊断 ………………（250）
一、急性根尖周炎的诊断 ……………（250）
二、慢性根尖周炎的诊断 ……………（251）
第四节　根尖周病的治疗 ………………（251）
一、治疗前的准备 ……………………（251）

（一）了解病史 …………………………（251）
（二）临床检查 …………………………（251）
（三）制定治疗方案 ……………………（252）
二、治疗原则 ……………………………（252）
（一）解除疼痛 …………………………（252）
（二）保存患牙 …………………………（252）
三、应急处理 ……………………………（252）
（一）开放髓腔 …………………………（252）
（二）脓肿切开 …………………………（252）
四、根管治疗术 …………………………（253）
（一）适应证 ……………………………（253）
（二）根管预备 …………………………（253）
（三）根管充填 …………………………（258）
（四）根管治疗术的成败 ………………（259）
五、牙髓塑化疗法 ………………………（259）
（一）适应证 ……………………………（260）
（二）塑化液配方 ………………………（260）
（三）酚醛树脂作用机制 ………………（260）
（四）操作方法 …………………………（261）
六、变异干髓术 …………………………（262）
七、根尖诱导成形术 ……………………（262）
八、根尖外科手术 ………………………（262）
（一）适应证 ……………………………（262）
（二）手术步骤 …………………………（263）
（三）根尖切除后的组织修复 …………（264）
九、牙再植术 ……………………………（264）
（一）适应证 ……………………………（264）
（二）手术步骤 …………………………（264）

第十七章 儿童牙体牙髓病 邹 静

第一节 儿童牙齿的特点 ………………（265）
一、儿童牙列 ……………………………（265）
（一）乳牙列阶段 ………………………（265）
（二）混和牙列阶段 ……………………（266）
（三）年轻恒牙列阶段 …………………（266）
二、儿童牙齿的解剖学特点 ……………（266）
（一）乳牙解剖 …………………………（266）
（二）年轻恒牙解剖 ……………………（267）
第二节 常见的儿童牙体牙髓病 ………（268）
一、儿童龋病 ……………………………（268）

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

（一）儿童患龋状况 …………………… (268)
（二）儿童易患龋的因素 ……………… (268)
（三）儿童患龋的牙位、牙面特点 … (269)
（四）龋病对儿童的危害 ……………… (269)
二、乳牙牙髓病 ………………………… (270)
（一）急性牙髓炎 ……………………… (270)
（二）慢性牙髓炎 ……………………… (271)
（三）牙髓坏死 ………………………… (271)
（四）牙髓变性 ………………………… (271)
三、乳牙根尖周病 ……………………… (272)
四、年轻恒牙牙髓病及根尖周病 …… (272)
第三节　乳牙龋病的诊断和治疗 ………… (273)
一、乳牙龋的分类 ……………………… (273)
（一）临床分类 ………………………… (273)
（二）Massler，Schour 分类 ………… (273)
（三）ABC 分类 ………………………… (274)
（四）四度分类 ………………………… (274)
二、乳牙龋的临床特点 ………………… (274)
三、乳牙龋的诊断要点 ………………… (275)
四、乳牙龋的治疗 ……………………… (275)
（一）阻断性治疗 ……………………… (275)
（二）再矿化治疗 ……………………… (276)
（三）修复治疗 ………………………… (276)
（四）非创伤性修复治疗 ……………… (279)
第四节　年轻恒牙龋病的治疗特点 ……… (282)
一、年轻恒牙龋的临床特点 …………… (282)
二、年轻恒牙龋病的治疗原则 ……… (283)
三、年轻恒牙龋病的治疗方法 ……… (283)
（一）再矿化治疗 ……………………… (283)
（二）预防性树脂充填 ………………… (283)
（三）修复治疗 ………………………… (284)
（四）嵌体修复 ………………………… (284)
（五）预成冠修复 ……………………… (285)
第五节　儿童牙髓及根尖周病的诊断和治疗 ………………………………… (285)
一、儿童牙髓及根尖周病的病变特点 … (285)
二、儿童牙髓及根尖周病的诊断 …… (286)
（一）主诉症状 ………………………… (286)
（二）临床检查 ………………………… (286)

三、儿童牙髓及根尖周病的治疗 ……… (287)
(一) 乳牙牙髓病和根尖周病的治疗 ……………………………… (287)
(二) 年轻恒牙牙髓病和根尖周病的治疗 ……………………………… (289)

第十八章 老年牙体牙髓病 郭 斌 陈秀梅

第一节 口腔的增龄性改变 ……………… (292)
一、口腔生理的增龄性变化 ………… (292)
(一) 咀嚼功能的变化 ……………… (292)
(二) 口腔感觉功能的改变 ………… (293)
(三) 唾液分泌及功能的变化 ……… (294)
二、牙齿的增龄性变化 ……………… (297)
(一) 牙齿组成的变化 ……………… (297)
(二) 牙齿形态的改变 ……………… (298)
(三) 髓腔的增龄变化 ……………… (298)
第二节 老年常见牙体牙髓病 ……………… (299)
一、龋病 ………………………………… (299)
(一) 龋病类型 ……………………… (299)
(二) 好发部位 ……………………… (299)
(三) 老年根面龋 …………………… (299)
(四) 老年患者对疼痛的反应性 …… (299)
二、牙髓及根尖周病 ………………… (300)
(一) 牙髓病 ………………………… (300)
(二) 根尖周病 ……………………… (300)
三、非龋牙体疾病 …………………… (302)
(一) 楔状缺损 ……………………… (302)
(二) 磨损 …………………………… (302)
(三) 牙隐裂 ………………………… (302)
(四) 牙齿敏感症 …………………… (302)
第三节 老年牙体牙髓病诊断治疗的特点 … (303)
一、老年龋病的分类 ………………… (303)
二、根面龋的临床特点和诊断 ……… (303)
三、老年根面龋的治疗方法 ………… (304)
四、老年牙髓病的临床特点 ………… (305)
(一) 急性牙髓炎 …………………… (306)
(二) 慢性牙髓炎 …………………… (306)
(三) 逆行性牙髓炎 ………………… (307)
(四) 残髓炎 ………………………… (307)
(五) 牙髓坏死 ……………………… (307)

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

（六）牙髓变性 …………………………（307）
（七）牙内吸收 …………………………（308）
五、老年牙髓病的治疗原则 ……………（308）
（一）应急处理 …………………………（308）
（二）牙髓治疗 …………………………（309）
六、老年根尖周病的临床特点及诊断 …（309）
（一）急性根尖周炎 ……………………（309）
（二）慢性根尖周炎 ……………………（310）
七、老年根尖周病的治疗 ………………（310）
（一）解除疼痛 …………………………（310）
（二）保存患牙 …………………………（311）

第十九章 牙髓根尖周病治疗新技术 黄定明

第一节 牙髓根尖周病诊断新技术 ………（313）
一、激光多普勒流量测定仪 ……………（314）
二、脉冲血氧定量法 ……………………（315）
三、数字X线成像技术 …………………（315）
第二节 根管预备新技术 …………………（316）
一、根管预备方法 ………………………（316）
（一）逐步后退技术 ……………………（316）
（二）被动逐步后退技术 ………………（317）
（三）逐步深入技术 ……………………（317）
（四）冠根向根管预备技术 ……………（317）
（五）平衡力技术 ………………………（318）
（六）超声根管扩大法 …………………（318）
（七）动力驱动根管预备系统 …………（318）
二、镍钛根管预备系统 …………………（319）
（一）机动普发镍钛根管预备系统 ……（319）
（二）Quantec Series 2000 镍钛根管预备系统 …………………………（320）
（三）Lightspeed 镍钛根管预备系统 …（321）
（四）Tri Auto ZX 镍钛根管预备系统（321）
（五）ProTaper 预备技术 ………………（322）
三、根管冲洗及根管预备润滑剂 ………（323）
四、超声根管冲洗技术 …………………（325）
第三节 根管消毒的现代概念 ……………（326）
一、根管消毒的方法 ……………………（327）
二、根管消毒药物的种类 ………………（327）
第四节 根管充填的现代概念和方法 ……（328）
一、根管充填材料 ………………………（328）

（一）固体类根管充填材料 …………（328）
（二）糊剂类根管充填材料 …………（329）
二、根管充填新技术 …………………（331）
（一）冷牙胶加压充填法 ……………（331）
（二）热牙胶加压充填法 ……………（332）
（三）其他根管充填方法 ……………（332）
（四）根管牙胶 3D 充填技术 ………（334）
第五节　外科手术显微镜在牙髓根尖周病诊治中的应用 ……………………（334）
一、寻找根管口和疏通钙化根管 ……（335）
二、修补根管壁穿孔 …………………（335）
三、取出折断器械和折断根管桩 ……（336）
四、根尖周显微外科手术 ……………（336）
第六节　MTA 在牙髓根尖周疾病治疗中的应用 ……………………（336）
一、MTA 的组成及理化性质 …………（336）
二、MTA 在牙髓根尖周疾病治疗的临床应用 …………………（337）
（一）MTA 作为盖髓剂 ………………（337）
（二）MTA 作为倒充填材料 …………（337）
（三）MTA 用于根管壁和髓室底穿孔的修补 ……………………（337）
（四）根尖诱导成形 …………………（337）
第七节　激光在牙髓根尖周病治疗中的应用 ……………………………（338）
一、激光的种类 ………………………（338）
（一）CO_2 激光 ……………………（338）
（二）Nd:YAG 激光 …………………（338）
（三）Er:YAG 激光 …………………（338）
（四）Ho:YAG 激光 …………………（338）
（五）准分子激光 ……………………（339）
（六）氩离子激光 ……………………（339）
二、激光在牙髓治疗的作用机制 ……（339）
三、激光在牙髓病治疗中的应用 ……（340）
（一）降低牙本质渗透性 ……………（340）
（二）根管预备 ………………………（340）
（三）根管消毒杀菌 …………………（340）
（四）根管内髓石的清除 ……………（340）
（五）根管内残余活牙髓的处理 ……（340）

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

（六）根管充填中的应用 ……………（340）

第二十章　牙体牙髓病治疗的特殊处理　谭 红　汤亚玲

第一节 疼痛 ……………………………………（342）
一、意外穿髓 ………………………………（342）
二、牙髓性疼痛 ……………………………（343）
（一）激发痛 ………………………………（343）
（二）电流刺激牙髓痛 ……………………（343）
（三）自发痛 ………………………………（343）
三、根管治疗期间的疼痛 …………………（343）
四、干髓术治疗期间的疼痛 ………………（345）
（一）封失活剂后的疼痛 …………………（345）
（二）失活剂引起的牙周组织坏死 ………（345）
（三）失活剂引起的药物性根尖周炎 ……（345）
（四）干髓术治疗后的疼痛 ………………（346）
五、牙髓塑化治疗后的疼痛 ………………（346）
（一）残髓炎 ………………………………（346）
（二）急性根尖周炎 ………………………（347）
六、牙周性疼痛 ……………………………（347）
（一）咬合痛 ………………………………（347）
（二）持续性自发痛 ………………………（347）
第二节　器械折断 ……………………………（347）
一、原因 ……………………………………（347）
二、处理 ……………………………………（348）
第三节　修复体折裂松脱 ……………………（348）
一、原因 ……………………………………（348）
二、处理 ……………………………………（349）
第四节　牙齿折断 ……………………………（349）
一、冠折 ……………………………………（349）
二、根折 ……………………………………（349）
第五节　继发龋 ………………………………（350）
一、原因 ……………………………………（350）
二、处理 ……………………………………（350）

第二十一章　牙体牙髓病诊治的常用器械　柳 茜

第一节　常规检查器械 ………………………（351）
一、无钩镊 …………………………………（351）
二、口镜 ……………………………………（351）
三、探针 ……………………………………（352）
第二节　特殊检查器械 ………………………（352）
一、牙本质厚度测量仪 ……………………（352）

二、光导纤维照明器 …………………… (353)
三、牙髓电测试仪 ……………………… (353)
四、根管内窥镜 ………………………… (354)
五、手术显微镜 ………………………… (354)
第三节 隔湿器械 ………………………… (354)
一、橡皮防水障 ………………………… (354)
（一）橡皮障系统的组成 ……………… (355)
（二）安装橡皮障 ……………………… (356)
（三）橡皮障安置时应解决的问题 … (357)
二、简易棉卷隔湿 ……………………… (357)
第四节 洞形制备充填器械 ………………… (358)
一、钻针 ………………………………… (358)
二、手持备洞器械 ……………………… (360)
（一）挖匙 ……………………………… (360)
（二）凿形雕刻器 ……………………… (361)
（三）锄形雕刻器 ……………………… (362)
（四）斧形雕刻器 ……………………… (362)
（五）龈阶修整器 ……………………… (362)
（六）点线角修整器 …………………… (362)
三、手持充填器械 ……………………… (362)
（一）粘固粉充填器 …………………… (362)
（二）银汞充填器 ……………………… (362)
（三）银汞输送器 ……………………… (364)
（四）远中充填器 ……………………… (364)
（五）复合树脂充填器械 ……………… (364)
四、手持修整器械 ……………………… (364)
（一）银汞雕刻器 ……………………… (364)
（二）银汞光滑器 ……………………… (364)
第五节 固位、成形器械 ………………… (365)
一、固位钉 ……………………………… (365)
（一）粘固钉 …………………………… (365)
（二）摩擦固位钉 ……………………… (366)
（三）自攻螺纹钉 ……………………… (366)
二、成形器械 …………………………… (366)
（一）传统成形片夹 …………………… (366)
（二）palodent 成形系统 ……………… (367)
（三）成形圈 …………………………… (367)
（四）自制简易成形圈 ………………… (368)
（五）预成无缝铜圈 …………………… (368)

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

（六）可调式成形圈 …………………… (368)
（七）楔子 …………………………… (369)
（八）聚脂薄膜成形片 ……………… (369)
三、其他器械 ………………………… (370)
（一）粘固粉调拌刀 ………………… (370)
（二）调板 …………………………… (370)
（三）三用枪 ………………………… (370)
（四）气枪头 ………………………… (370)
（五）水枪头 ………………………… (370)
第六节　根管长度测定器械 ……………… (371)
一、手用器械 ………………………… (371)
（一）手用根管扩大器械 …………… (371)
（二）刻度诊断针 …………………… (372)
（三）B-W 刻度板 …………………… (372)
（四）根管毫米尺 …………………… (372)
（五）根尖探测器 …………………… (372)
二、电子根管长度测定仪 …………… (372)
（一）直流电阻测定器 ……………… (373)
（二）发声探针 ……………………… (373)
（三）根尖定位仪 …………………… (373)
第七节　根管扩大器械 …………………… (374)
一、第Ⅰ组器械 ……………………… (376)
（一）光滑髓针 ……………………… (376)
（二）拔髓针 ………………………… (376)
（三）髓针柄 ………………………… (376)
（四）扩孔钻 ………………………… (377)
（五）根管锉 ………………………… (377)
二、第Ⅱ组根管预备器械 …………… (380)
三、第Ⅲ组根管预备器械 …………… (381)
（一）扩孔钻类机用器械 …………… (381)
（二）镍钛合金器械 ………………… (381)
四、根管校准系统 …………………… (383)
五、探路器 …………………………… (384)
六、根管探测系统 …………………… (384)
七、根管预备手机 …………………… (384)
第八节　超声和声振根管预备系统 ……… (384)
一、超声根管器械 …………………… (385)
二、超声根管治疗仪 ………………… (385)
三、声振根管预备系统 ……………… (386)

第九节　根管冲洗器械 …………………… (386)
一、根管冲洗针 ……………………… (386)
(一) 尖端平头式根管冲洗针 ……… (386)
(二) 尖端盲头式根管冲洗针 ……… (386)
二、根管超声协同系统 ……………… (386)
第十节　根管充填器械 …………………… (387)
一、手持器械 ………………………… (387)
(一) 根管镊 ………………………… (387)
(二) 垂直充填器 …………………… (387)
(三) 侧向充填器 …………………… (388)
(四) 热力根充压器和根充扩大器 … (388)
二、聚合材料及糊剂型材料充填器 … (388)
(一) 光滑髓针 ……………………… (389)
(二) 机用螺旋充填器 ……………… (389)
三、热塑牙胶充填器械 ……………… (389)
(一) 注射技术充填器械 …………… (389)
(二) 牙胶传送器械 ………………… (390)
(三) 旋转技术 ……………………… (391)
第十一节　器械使用常见意外及处理 …… (391)
一、手用扩锉器械 …………………… (391)
二、机用扩锉器械 …………………… (391)
三、根管内折断器械的去除 ………… (391)
四、超声与根管显微系统 …………… (392)
参考文献 ………………………………… (394)
汉英索引 ………………………………… (398)

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

第一章 牙齿组织的发育

牙齿硬组织的发育是一个长期、复杂的过程，包括生长期、矿化期和萌出期。乳牙从胚胎第 2 个月开始发生，到 3 岁多牙根完全形成。恒牙在胚胎第 4~5 个月开始发生，直到 20 岁左右才完全形成。以单个乳中切牙为例，从开始发生到牙根完全形成，约需两年左右的时间，恒中切牙则需要 10 年左右才能完成。

第一节 牙胚的发育过程

一、牙板的发生

牙板发生在胚胎的第 6 周，此时覆盖在原口腔的上皮由两层细胞组成，外层为扁平的上皮细胞，内层为矮柱状的基底细胞。在相当于将来的唇（颊）沟或牙槽嵴区，深层的外胚间充质组织诱导上皮增生。开始仅在上下颌弓的特定点上，上皮局部增生，很快增厚的上皮相互连接，依照颌骨的外形形成一马蹄形上皮带，称为原始上皮带（primary epithelial band），此弓形的上皮带上下颌各有一个。大约到了胚胎的第 7 周时，此带继续向深层生长进而增殖、分裂成两个弓形板。外侧（唇颊）方向生长的上皮板，称为前庭板（vestibuler lamina），将来参与口腔前庭的形成；内侧（舌腭）方向生长的上皮板称为牙板（dental lamina），在胚胎的第 8~10 周时，前庭板继续向深层生长，与发育着的牙槽嵴分离，前庭板表面的上皮发生变性，进而形成口腔的前庭沟。而牙板向深层的结缔组织内伸延，在其最末端细胞不断增生，进而发育形成牙胚（图 1–1）。

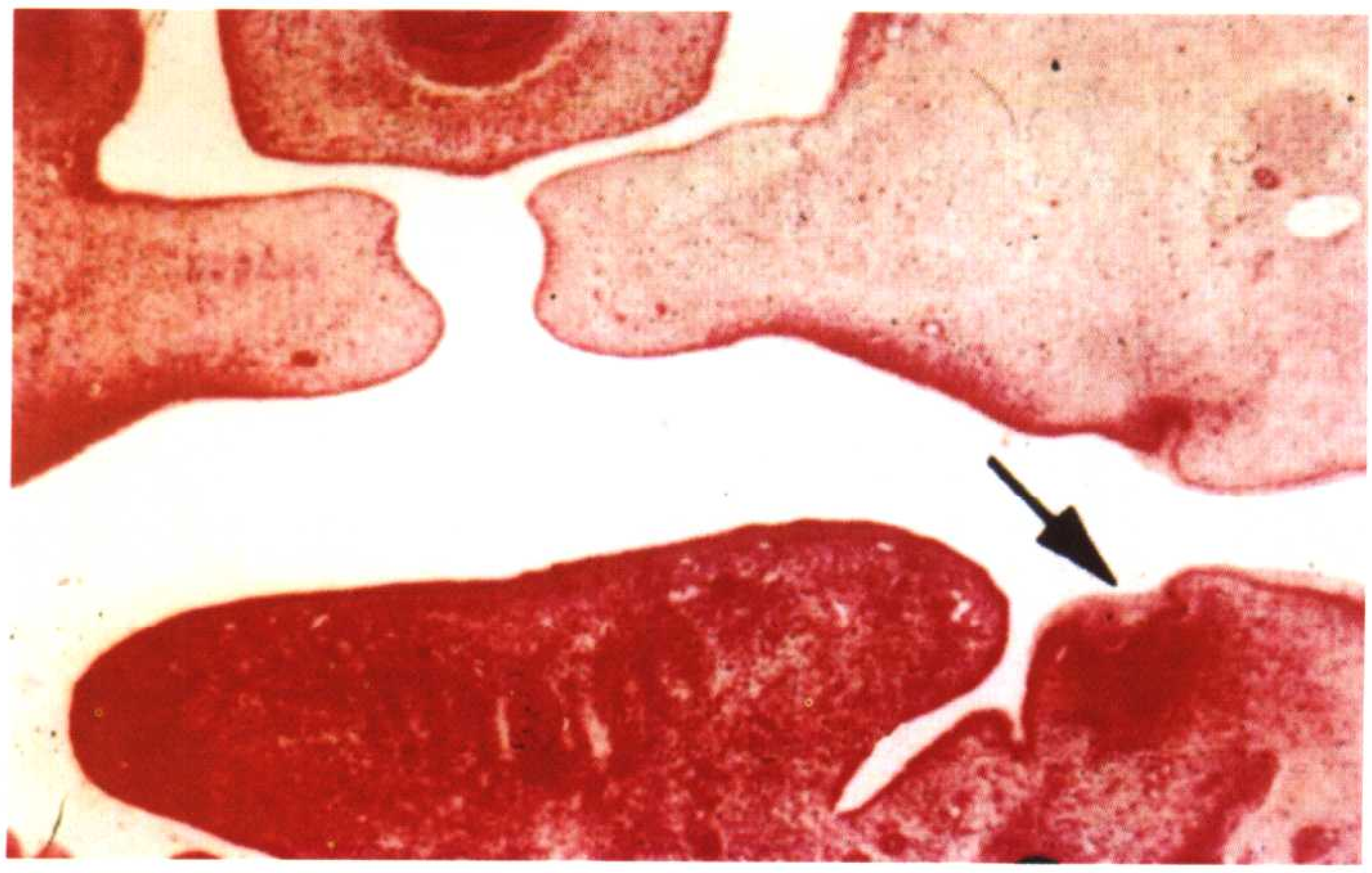


图 1–1 牙板

微信公众号

口 腔 视 频

微信搜索qzkqsp1即可关注

福利1

关注后可观看正畸、修复、种植等精彩内容

福利2

关注后领取口腔解剖病理学视频讲座全集

福利3

加入视频分享交流群，解答疑难病例，获取更多视频资源

扫二维码，关注公众号
领取更多口腔资料

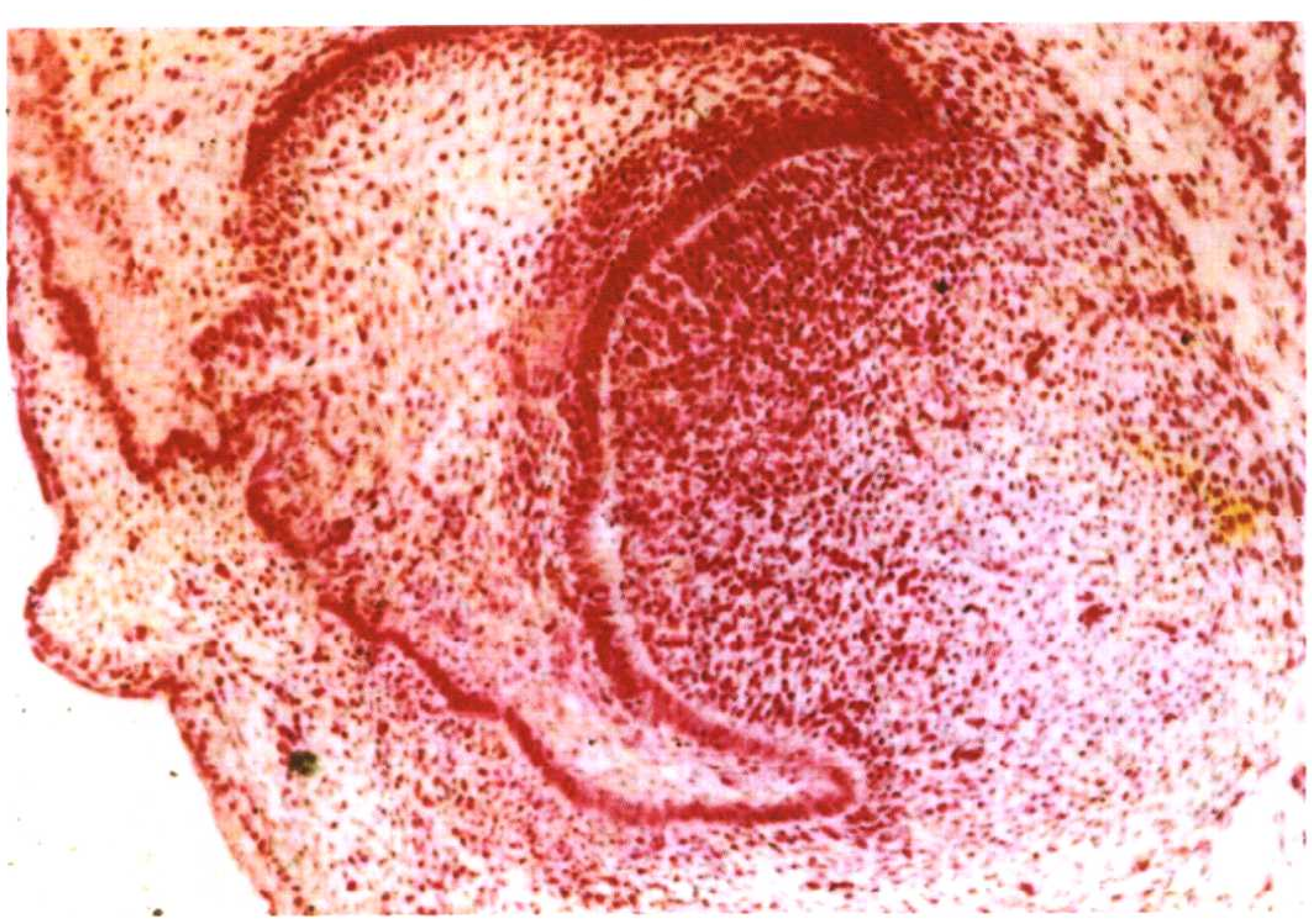
牙板的上皮向深层结缔组织增殖，各分别形成10个球状的上皮隆起，这就是将来产生乳牙釉质器的原始器官，称为成釉器（enamel organ），日后形成牙釉质。成釉器起源于口腔外胚层。乳牙的成釉器形成后不久，在成釉器的舌（腭）侧面，牙板继续向深部结缔组织内增殖，将来发育形成恒牙的牙板，日后形成恒牙的成釉器。在20个乳牙的成釉器的腭（舌）侧增生形成20个恒牙的成釉器，而恒牙的第一、二、三磨牙将是从第二乳磨牙的远中侧的恒牙牙板上延伸发育而来。

二、牙胚的形成

牙胚的形成是在成釉器形成后不久，成釉器深部的间充质开始增殖，逐步形成一团较为致密的细胞团，称为牙乳头（dental papilla），它日后将形成牙本质和牙髓。在牙乳头形成的同时或稍后，围绕牙乳头和成釉器的间充质亦开始增殖与分化，这些逐渐呈环形排列的间充质，称为牙囊（dental follicle），它日后将形成牙骨质、牙周膜和固有牙槽骨。牙胚由成釉器、牙乳头和牙囊三个部分组成。牙胚的发生是口腔上皮和外胚间充质（间叶）组织相互作用的结果。在牙胚的整个发育过程中，成釉器首先形成。成釉器发育是一个连续的过程，可分为三个发育时期，即蕾状期、帽状期和钟状期（图1-2）。

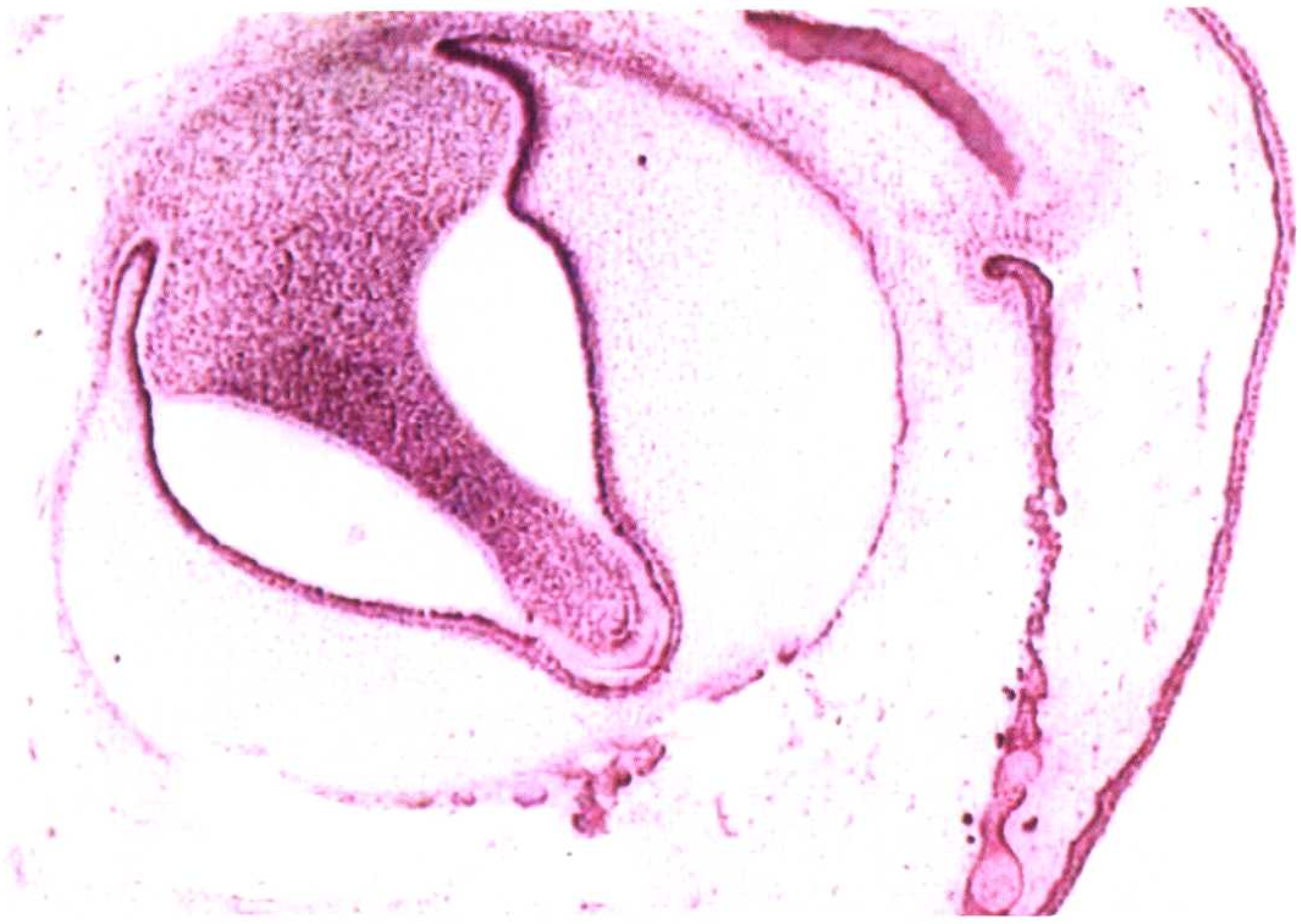


a



b

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取



c

图 1–2　成釉器的发育

a. 蕾状期　b. 帽状期　c. 钟状期

在钟状期，牙乳头被成釉器凹陷部包围的间充质组织增多，并出现细胞的分化。在内釉上皮的诱导下，牙乳头的外层细胞逐渐分化出高柱状的成牙本质细胞。这些细胞在切缘或牙尖部为柱状，在牙颈部成牙本质细胞尚未分化成熟，细胞为立方状，具有产生牙本质的潜能。牙乳头在牙齿发育中具有重要的作用（图 1–3）。

在成釉器的外周，外胚间充质组织呈环形排列，间充质细胞产生牙囊，其中含有丰富的血管，从而保证了组织形成时期所需的营养。在乳牙胚形成之后，在牙胚的舌侧，从牙板游离缘下端形成新的牙蕾，并进行着上述相同的发育过程，形成相应的恒牙胚。当成釉器发育成熟时，成釉细胞沿预定的形式排列，这种预定形式决定了牙冠的形态。所有乳牙除第二磨牙外，达到这一发育期约需 10 周，恒牙胚形态发生需 2~4 周才能完成。所有恒牙的牙蕾在胚胎的第 4 个月时形成。在乳磨牙胚形成之后，牙板的远中增生延长，与上下颌弓的长度相协调，并对下颌升支的发育和上颌结节处的恒牙胚的发生起重要作用。第一恒磨牙的牙胚是在胚胎的第 4 个月时形成；第二恒磨牙的牙胚是在出生后一年时形成；而第三恒磨牙的牙胚的形成是在出生后 4~5 岁时。牙胚的活动期从胚胎发育的第 6 周开始，持续到出生后第 4 年，整个活动期约 5 年的时间。



图 1–3　牙乳头形成

在成釉器内有几个发育中心，一般前牙有

4个发育中心，磨牙有5~6个发育中心。牙本质首先在发育中心形成，接着形成牙釉质，再沿着生长线中心从外面和内面一层一层地形成牙釉质和牙本质，最后形成牙冠外形（图1-4）。

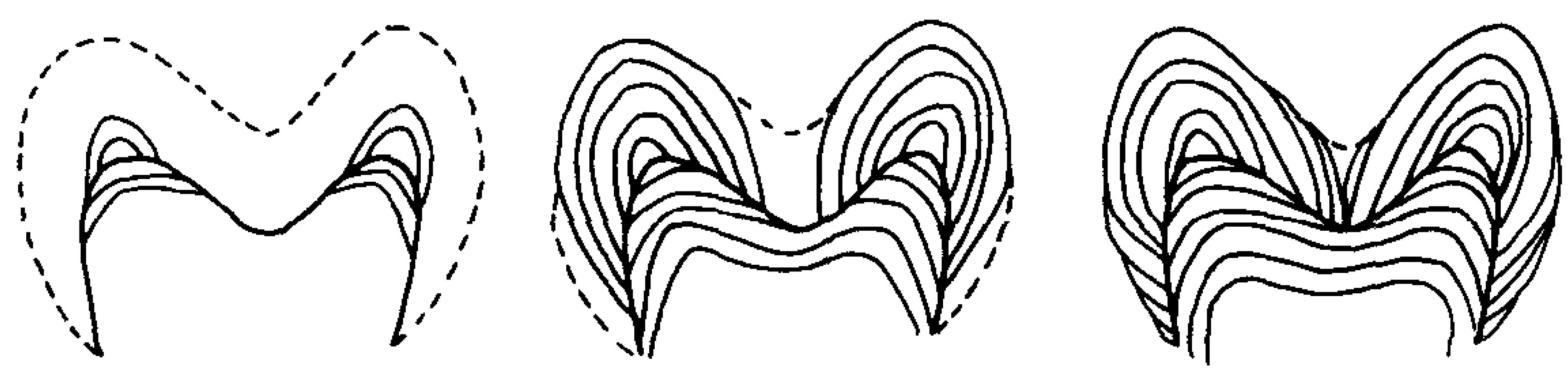


图1-4　牙胚的发育中心

牙齿组织从生长中心同时发育，逐渐向中间融合，在融合交汇处形成牙齿的牙尖、咬合窝、点隙沟裂。牙齿发育良好者，点隙沟裂几乎没有或很狭窄。发育中一旦生长障碍，融合不好，就会形成形态各异、深浅不同的点隙沟裂，增加了龋病的发生几率。

第二节　牙齿组织的发育

一、冠部牙体组织的形成

牙齿硬组织的形成与骨组织基本相似，也有生长中心，从生长中心开始形成硬组织。前牙的生长中心位于切缘和舌侧隆突的基底膜上，磨牙的生长中心位于牙尖处，釉质和牙本质的形成过程具有严格的规律性和节拍性，交叉进行。当牙胚发育成熟时，首先是在生长中心分化成熟的成牙本质细胞分泌形成一层牙本质基质后，紧接着成釉细胞分泌形成一层釉质基质，如此交叉进行分泌，层层沉积，直至达到牙冠的厚度。

（一）牙本质的形成

在钟状期后期，成釉器的内釉上皮分化成熟，并对牙乳头发生诱导作用。与内釉上皮基底膜相接触的牙乳头细胞，开始分化成高柱状的成牙本质细胞，细胞核位于细胞的基底部，在细胞的顶端细胞器增多，有发达的高尔基复合体、粗面内质网与核糖体，这些结构表明细胞已具备了合成蛋白质的功能。成牙本质细胞通过细胞顶端的胞浆突起中的分泌泡，将蛋白质分泌到细胞外，最先形成尚未矿化的胶原基质即前期牙本质。当成牙本质细胞分泌一段牙本质基质后，成牙本质细胞便逐步离开基底膜，即未来的釉牙本质界，向牙髓中心方向移动。与此同时，在成牙本质细胞后面，留下一短粗的胞浆突，即成牙本质细胞突起，这些细胞突起被埋在前期牙本质的基质之中。在牙本质基质形成时，偶有几个成牙本质细胞胞浆突起穿过基底板至成釉细胞之间，日后则成为釉梭。

牙本质的形成首先是有机胶原基质的形成，然后是羟磷灰石晶体的沉积。胶原纤维最早出现在基底膜下方，聚集在无结构的基质内，与基底板垂直。大部分胶原纤维在深层形成致密网，组成牙本质的基质。其中纤维的排列方向大致与牙本质表面平行，并包围成牙本质细胞突的周围，形成未来的牙本质小管。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

牙本质基质形成后立即进行矿化，基质形成一层即开始矿化一层。当成牙本质细胞一边形成牙本质基质，一边形成一些基质小泡，这些小泡分泌到牙本质基质中。细胞外小泡内含有微小的羟磷灰石结晶，以后晶体长大，小泡膜破裂，泡内的晶体便成簇地分散到前期牙本质的基质之中。以后晶体继续长大，并相互融合，最终前期牙本质基质矿化。在矿化过程中，羟磷灰石晶体沉积在胶原纤维内和表面，并沿着纤维的长轴排列，在牙冠部最先形成的牙本质，称为罩牙本质，该牙本质厚度约 20μm。罩牙本质形成后，围绕牙髓牙本质继续形成，称为髓周牙本质，构成牙体组织的大部分。牙本质的形成与矿化均是从釉牙本质界开始的，在牙尖区呈圆锥状，一层一层有节律地沉积，直至牙冠厚度的完全形成和牙齿开始萌出。

牙冠的牙本质每天沉积约 4~8μm，逐渐增加，当牙齿萌出后，牙本质的沉积每天减少约 0.5/1m。每天新形成的牙本质与先形成的基质之间，在光学显微镜下观察可见到一明显的生长线或增殖线（incremental lines），这是基质形成变慢或休止，继而使矿化发生改变所留下的痕迹。

牙根部的牙本质形成与冠部牙本质形成相似，略有不同的是它开始于赫特威（Hertzwig）上皮根鞘内侧面，其发育过程后述。

（二）牙釉质的形成

牙釉质的发育稍后于牙本质（图 1–5），牙釉质的形成包括了基质形成和矿化两个主要过程。基质是由成釉细胞分泌的，当冠部牙本质开始形成后，成釉细胞开始分泌形成釉质基质。成釉器的内釉上皮分化出具有分泌活动的成釉细胞，位于内层，又称内釉上皮。首先，成釉细胞在接近釉牙本质界的一端，胞浆形成一个短钝的圆锥体突起，称托姆斯（Tomes）突，突内含有丰富的粗面内质网、线粒体及分泌颗粒。在托姆斯突与成釉细胞体交界处出现终棒，它是胞浆物质浓缩物并与增厚的细胞膜紧密结合。釉质基质在粗面内质网中合成，在高尔基复合体中浓缩，之后从细胞的顶端和突起的周围分泌

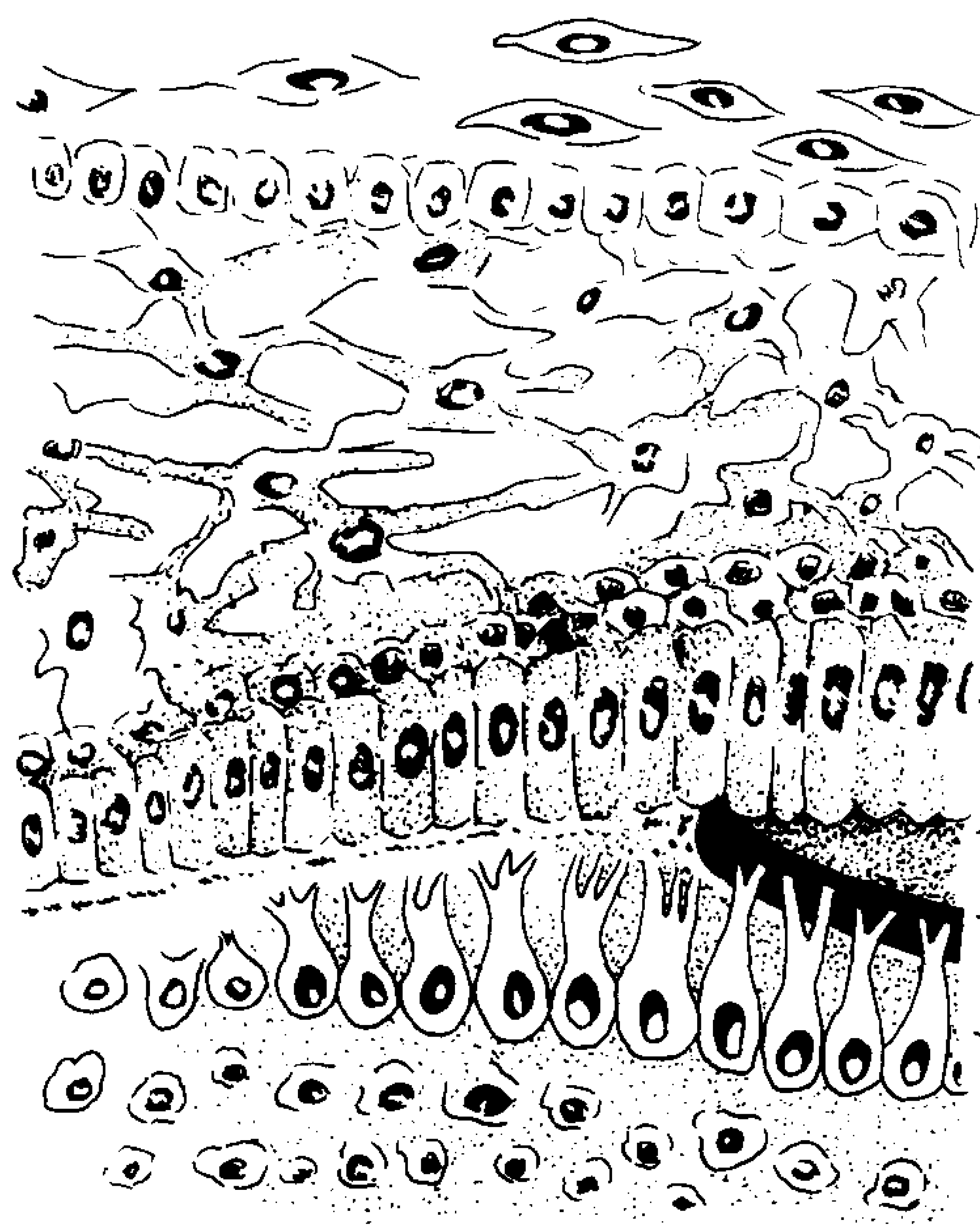


图 1–5 牙胚上皮细胞、间叶细胞的分化

出来。新分泌的釉质基质，以有机成分为主，主要是角蛋白，其中含有的矿物盐仅占矿化总量的25%~30%。从电子显微镜观察最新的矿物盐是羟磷灰石微晶。

每根釉柱均由4个成釉细胞参与形成，一个成釉细胞形成釉柱的头部，3个相邻的成釉细胞形成釉柱的颈部和尾部，使釉柱呈球拍状。成釉细胞与它们所形成的釉柱呈一角度，因而成釉细胞和新形成的釉质表面交界处呈锯齿状，托姆斯突就位于这些凹陷之中。

当釉质基质形成至牙冠应有的厚度时，从生发中心开始，釉质基质沿着牙尖和切缘向牙颈的方向全部矿化，釉质成为机体中矿化程度最高的组织。在新形成的釉质中，羟磷灰石晶体短而小如针形，且数量稀少；在成熟的釉质中，羟磷灰石晶体的体积逐渐增大，呈板条状，且数量增多。釉质中的水和有机物成分很快被吸收，此过程贯穿在釉质形成的全过程。当釉质基质形成后，成釉细胞内的终棒消失，顶端的细胞膜形成皱褶，此结构更加有利于吸收釉质中的液体。当釉质中有机物被吸收后，留下宽的间隙以容纳增多和长大的矿物盐晶体（图1–6）。

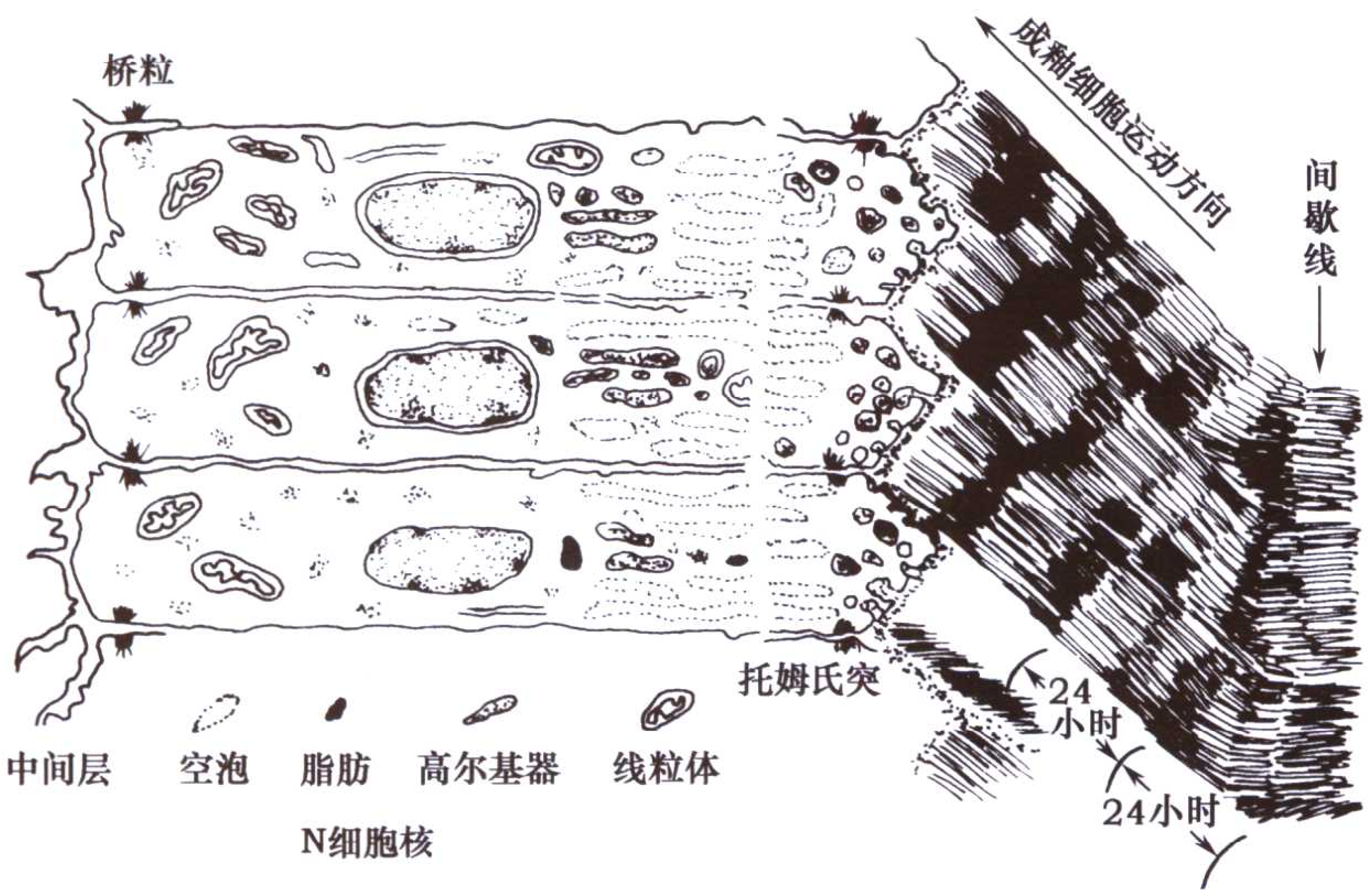


图1–6　牙釉质形成模式图

牙冠形成后，成釉细胞变短，细胞器数量逐步减少，在釉质表面分泌一层无结构的有机物薄膜，覆盖在牙冠的表面，称为釉小皮，细胞通过半桥粒与釉小皮相连。

釉质发育完成后，成釉器中的成釉细胞、中间层细胞和外釉上皮细胞结合在一起，形成一层扁平的鳞状上皮覆盖在釉小皮上面，称为缩余釉上皮。当牙齿萌出到口腔中，缩余釉上皮逐渐退缩到牙齿的颈部，附着在牙齿颈部表面，形成牙龈的结合上皮。

随着牙釉质内矿物质的不断沉淀，牙釉质的蛋白基质，如釉质蛋白和釉原蛋白同时发生变化。当牙釉质发育成熟时，釉原蛋白很快从一种高分子物质转变成低分子物质。釉质发育时基质内富含脯氨酸、谷氨酸、亮氨酸和组氨酸等，釉质发育成熟后，脯氨酸和组氨酸明显减少，而天门冬氨酸、丙氨酸、赖氨酸、精氨酸、缬氨酸出现一定程度的增加。在牙釉质发育过程中，蛋白质具有晶体成核的作用，有助于晶体形成中的定向和体积规范。

（三）牙髓的发生

牙髓的原始组织是牙乳头，当牙乳头周围有牙本质形成时才叫牙髓。牙乳头除底部

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

与牙囊组织相接外，四周均被逐渐形成的牙本质所覆盖。牙乳头的细胞为未分化的间充质细胞，逐渐分化为星形的成纤维细胞，即牙髓细胞。随着牙本质不断地形成，成牙本质细胞逐渐向中心移动，牙乳头的体积逐渐缩小，等到原发性牙本质完全形成，余留在髓腔内的血管、结缔组织等即为牙髓。当牙本质进一步形成时，有少数较大的有髓鞘神经分支开始进入牙髓，交感神经也随同血管进入牙髓。

二、牙根的形成

（一）牙根的形成

当冠部牙体组织发育即将完成时，牙根开始发育。内釉上皮和外釉上皮细胞在颈环处增生，向未来的根尖孔方向生长，而星形网状层和中间层细胞则萎缩消失。增生的上皮排列成筒状的双层，称为上皮根鞘，上皮根鞘的内侧面紧靠着牙乳头，鞘的外面被牙囊组织包绕。上皮根鞘内侧的牙乳头细胞向根尖方向增生，分化出成牙本质细胞，开始形成根部的牙本质。上皮根鞘继续生长，离开牙冠向牙髓方向呈约45°角弯曲，形成一盘状结构，弯曲的这一部分称为上皮隔。上皮隔围成一个向牙髓开放的孔，即未来的根尖孔。在牙根的发育过程中，上皮隔的位置保持相对稳定状态，生长的牙根与上皮隔形成一定角度，随着牙根的伸长，牙胚向口腔方向移动，为牙根的继续生长提供了空隙。在牙根发育的后期，上皮隔开口逐渐缩小，根尖孔宽度也随之缩小，继后，根尖牙本质和牙骨质沉积，形成狭小的根尖孔。

上皮根鞘在单根、双根和多根牙中的发育有着明显的不同。在单根牙形成中，上皮根鞘的内层细胞，诱导邻近的牙髓细胞，分化出成牙本质细胞，进而形成根部的牙本质。在上皮根鞘的表面，一些细胞逐渐发生变性，进而使上皮根鞘发生断裂，且与牙根表面分离。断裂的上皮根鞘呈网状包围在牙根的周围。此时，牙囊中的间充质细胞进入已断裂的上皮根鞘上皮细胞之间，并与牙根表面接触，在该处分化出成牙骨质细胞。成牙骨质细胞逐渐分泌出牙骨质基质，经过矿化后即形成根面的牙骨质。而剩余的上皮细胞，称为上皮剩余，即马拉塞上皮剩余（Malassez epithelial rest）。

在多根牙的发育过程之中，在根分叉区形成前，其发育过程与单根牙相似。多根牙的形成由上皮隔的发育决定，首先在上皮隔上长出两个或三个舌状突起，这些突起逐渐增生伸长，与对侧增生的突起相连，从而形成两个或三个孔，将来就形成双根或三根。

上皮根鞘对于牙根的正常发育起着十分重要的作用。如上皮根鞘的连续性受到破坏，或在根分叉处上皮隔的舌侧融合不完全，则不能诱导分化出成牙本质细胞，结果将导致该区的牙本质的缺损，导致牙髓和牙周膜直接相连，形成侧支根管。另一方面，如果上皮根鞘上皮在规定的时间没有发生断裂，则牙囊的间充质细胞不能与该处的牙本质接触，同样在该处亦不可能分化出成牙骨质细胞形成牙骨质。这样在牙根的表面，特别是在牙颈部出现此种情况时，该处牙本质直接暴露于口腔，则导致牙颈部牙本质过敏症发生。

（二）牙周膜的发育

牙周膜的发生是在上皮根鞘断裂与牙根牙本质表面分离之后才开始的。它是从牙囊发育而来的，牙囊中的环状纤维排列成明显的三层结构，成为早期的牙周膜。牙囊的内层为牙骨质纤维层，外层为牙槽骨纤维层，内外两层之间为中间纤维丛。初期，牙周膜的内层逐步形成早期的原发性牙骨质；牙周膜的外层则逐步形成固有牙槽骨；牙囊的中

间层纤维丛随着牙齿的不断发育和向口腔萌出，达到咬合平面时而逐渐改变方向，中间层的纤维丛两端分别包埋于牙骨质和牙槽骨中，形成穿通纤维。而游离于牙槽骨和牙骨质之间的部分，即形成致密的主纤维束，这些主纤维束逐步呈功能性排列，分别形成牙周膜中各主纤维束群。牙周膜在发育期和牙齿的整个生活期间内，均进行着不断地更新和改建，这对萌出的或有功能的牙齿均具有重要的支持作用。

第三节　羟磷灰石与牙齿硬组织的矿化

牙齿硬组织的矿物成分主要是羟磷灰石，在牙釉质约占97%，牙本质中约占70%，牙骨质中约占60%左右。因此，了解羟磷灰石的基本概念对了解牙齿硬组织的形成有重要的意义。

一、基本概念

羟磷灰石（hydroxyapatite）是一种磷酸钙物质，属于种类繁多的磷灰石中的一种。磷灰石（apatite）则是多种广泛存在于自然界中的矿物质的总称，其化学表达式为 $M_{10}(ZO_4)_6X_2$。表达式中 M、Z、X 各代表不同的元素，由它们的组合构成不同的磷灰石。而在羟磷灰石中，M 为钙元素，Z 为磷元素，X 为氢氧根。所以羟磷灰石的分子式表示为 $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$。羟磷灰石的分子量为1004.8，密度比为3.16g/cm^2。羟磷灰石有天然和人工合成两种，天然羟磷灰石除少数以矿物形式存在于自然界外，主要存在于有机体并构成机体硬组织的主要成分，如动物的骨、牙、贝壳、珊瑚等。而人工合成的羟磷灰石已经作为一种生物相容性良好的生物材料，并被广泛地用在人体硬组织替代材料和其他医用材料中。

1788 年 Proust 和 Klaprota 通过化学分析发现羟磷灰石与烧结处理后的骨成分相似，迄今人类对羟磷灰石的认识和研究已有 200 多年的历史。科学家们在上世纪 20 年代到 30 年代开始对矿物羟磷灰石和骨、牙的矿物成分进行了详细的分析，并确定了羟磷灰石的晶体构造。上世纪 70 年代开始，羟磷灰石的研究进入了蓬勃发展的时期，随着羟磷灰石人工合成和成型技术的成熟，羟磷灰石在生物医学领域引起了极大的兴趣，有关羟磷灰石生物学性质的研究报告大量出现，有关羟磷灰石的或以羟磷灰石为主要内容的国际学术会议也相继召开。同时，以羟磷灰石制作的医用材料也陆续进入市场，形成了一个研究和应用蓬勃发展的时期。

我国在羟磷灰石的研究和应用上基本与国际同步。早在 70 年代，由原华西医科大学口腔医学院，四川大学，中国科学院光电技术研究所等科研单位组成的研究小组在我国开始了羟磷灰石材料的合成、生物相容性和临床实验等研究工作，并取得了令人瞩目的成就。羟磷灰石构成了人体硬组织的主要成分，并在人体的钙、磷储存，浓度调节以及可能对人体蛋白质代谢、酶活性调节，硬组织创伤的愈合等方面具有重要的影响。目前对羟磷灰石的研究大量集中在其生物相容性和作为硬组织替代材料应用等有关方面，而对其生物化学作用以及生理作用方面的研究资料不多，有关羟磷灰石在生理生化方面的作用和意义的研究尚存在较多的空白，有待探讨。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

二、羟磷灰石在人体的分布

羟磷灰石在人体主要分布于牙体组织、骨及软骨组织以及人体各部位的结石中，总量约占人体体重的5%。在牙体组织中羟磷灰石为主要成分，在牙釉质约占97%，牙本质中约占70%，牙骨质中约占60%左右。因此，牙体组织的化学性质、机械性质、热传导性质、膨胀系数和比重等均和羟磷灰石近似。从结晶大小上看，位于牙釉质的羟磷灰石晶体最大，长约为0.1~1μm，宽约为0.03~0.06μm，厚约为0.01~0.04μm；而存在于牙本质和牙骨质的羟磷灰石结晶体较小，长约为0.03~0.05μm，宽约为0.01~0.03μm，厚约为0.002~0.005μm。人工条件下合成羟磷灰石，要获得和牙釉质中羟磷灰石相同大小的结晶需要在高温、高压的条件下进行，而牙釉质中羟磷灰石的结晶则是在常温和常压下形成的。

在骨及软骨组织中，羟磷灰石为主要的矿物成分，约占骨组织固体成分的65%左右及软骨组织固体成分的3%~6%。羟磷灰石在骨组织中主要以结晶方式沿胶原纤维的排列方向沉积，使骨骼具有足够的强度。同时，骨组织中的羟磷灰石还是人体钙、磷离子的贮藏场所，起到调节人体体液中钙、磷浓度和平衡的作用。此外，在胆结石，尿路结石，涎腺结石以及牙结石等体内结石中也有羟磷灰石成分分布和存在。

三、羟磷灰石的机械性质

羟磷灰石的一般机械性质如表1-1、2所示：

表1-1　羟磷灰石和牙体组织的一般机械性质比较

	抗压强度（MPa）	抗拉强度（MPa）	硬度（莫氏）	膨胀系数
羟磷灰石	500~700	100~200	5	14~15
牙釉质	400	10	6~7	11.4
牙本质	300	50	4~5	13

表1-2　致密型羟磷灰石不同温度烧结体的一般机械性质

烧结温度（℃）	抗压强度（MPa）	抗弯强度（MPa）	动冲击强度（MPa）	弹性率（GPa）
1150	308	61	57	44
1200	415	104	92	80
1250	465	106	76	85
1300	509	113	68	87

四、羟磷灰石的物理性质

羟磷灰石的一般物理性质见表1-3：

羟磷灰石在加热到1200℃时，磷开始缓慢挥发而产生分解，生成α-磷酸三钙（α-TCP）、β-磷酸三钙（β-TCP）、氧化钙（CaO）、磷酸四钙（$Ca_4P_2O_9$）、氧磷灰石（$Ca_{10}(PO_4)_6O$）等物质，进一步高温条件下羟磷灰石将最终分解为氧化钙。

表 1-3　羟磷灰石和牙体组织的一般物理性质比较

	融点（℃）	比重	膨胀系数	热传导率（J/cmSK）
羟磷灰石	1,614	3.15	15×10^{-6} ℃$^{-1}$	0.013
牙釉质	--	2.89~3.0	11.4×10^{-6} ℃$^{-1}$	0.0092
牙本质	--	2.05~2.35	13×10^{-6} ℃$^{-1}$	0.0063
牙骨质	--	2.02~2.04	--	--

五、羟磷灰石的化学性质

人体骨、牙中存在的羟磷灰石结晶为六角柱状体，晶体中钙原子和磷原子按六方晶体系规则排列，晶体的外观与水晶相似（图 1-7）。羟磷灰石的分子量为 1004.8，理论钙、磷原子比为 1.67，理论钙、磷重量比为 2.16。

羟磷灰石难溶于水，长期浸泡于水中可有微量溶解，一般溶解度约为 0.001%（w/v），其溶解度积（pKs）约在 110~120 之间。羟磷灰石在盐溶液中（如氯化钠、氯化钾溶液）的溶解性随溶液浓度的增高而增高；在酸性溶液中的溶解性则是随 pH 值的下降而增高，当 pH 达到 4 以下时，羟磷灰石的溶解度急剧增加。同样的现象在牙体组织也存在，这就是酸性物质导致牙体组织的脱钙效应，例如碳酸饮料的 pH 大都在 3 以下，长期饮用将导致牙体组织的脱钙。

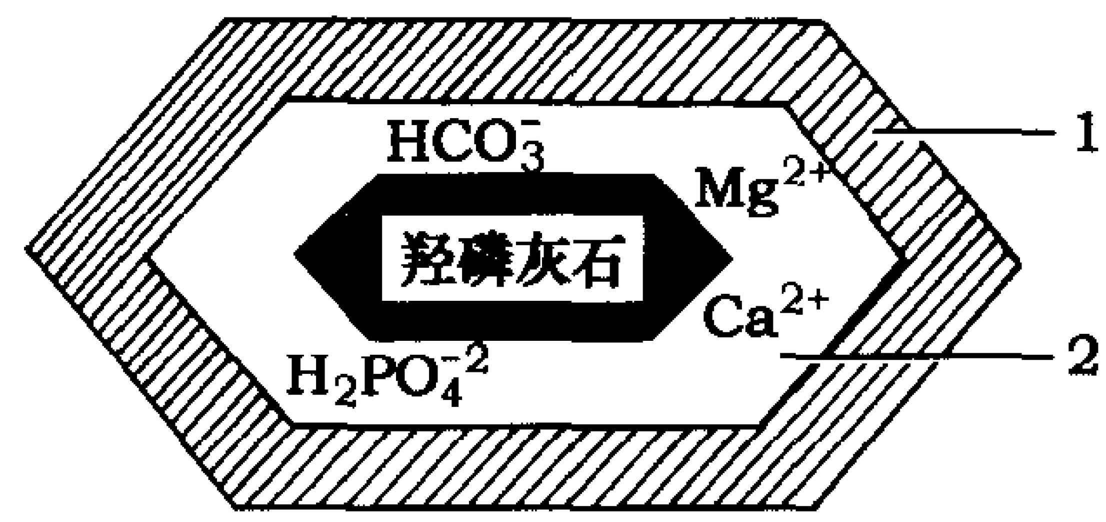


图 1-7　羟磷灰石晶体

羟磷灰石在水溶液中时的 Zeta 电位为 0，当溶液的 pH 值高于 6 时 Zeta 电位为负值，pH 值低于 6 时 Zeta 电位为正值。利用羟磷灰石这一性质可以通过调节溶液的 pH 值以便于进行羟磷灰石的电泳涂层。

羟磷灰石中的钙、磷和羟基可以通过离子交换方式而很容易地被多种元素或基团置换取代，因此羟磷灰石被认为是一种活跃的物质。特别是像铅、铬、钒等对人体有毒的元素容易在骨组织中沉积，其原理与它们和羟磷灰石间的离子交换有关。由于氟是一种活跃的元素，它很容易取代羟磷灰石中的羟基而生成氟磷灰石。氟磷灰石具有较羟磷灰石更好的化学稳定性和抗酸性质，因此认为通过在牙釉质表面使用氟使其表面形成一层氟磷灰石可以达到防龋的目的。但最新的研究表明，氟是通过多种作用起到防龋作用的，单一在牙釉质表面使用氟处理对氟磷灰石生成的效果并不明显。

六、羟磷灰石与骨和牙齿硬组织的矿化

羟磷灰石是人体硬组织的主要矿物成分，人体钙磷代谢和平衡与羟磷灰石密切相关。羟磷灰石的轻微溶解性和再钙化特性使得骨组织像一个巨大的钙磷“水库”，而水库的闸门就是调节钙磷代谢的甲状旁腺素、降钙素和维生素 D 以及各种体液因子。读者可参考有关内容的资料，这里不再赘述。

骨和牙等硬组织钙化的基本过程是由相应的基质分泌细胞先分泌形成胶原和非胶原物质等形成骨样组织或牙齿硬组织的基质，然后体液开始在这些基质周围沉积羟磷灰石的前驱物质，最后形成羟磷灰石。关于这一过程有不同的学说。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

（一）磷酸酶学说

血清中的钙、磷离子的溶度积处于不饱和状态,由于有机磷酸酯在磷酸酶的作用下水解,导致局部磷离子浓度增高而引起钙化的发生。该学说建立在发现钙化发生的周围仅有酸性磷酸酶的存在基础上，但在碱性磷酸酶活性较高的小肠和肾脏等组织一般并未发生钙化；细胞内活性高的碱性磷酸酶在细胞外钙化中起什么作用也不太清楚。

（二）晶体外延学说

胶原和羟磷灰石在构造上具有相似性，羟磷灰石的 c 轴长 0.688nm，胶原纤维断面的周期约 2nm。 胶原纤维的断面周期大约与羟磷灰石 c 轴长的 3 倍相一致，因此认为胶原在羟磷灰石的结晶形成中起到了晶核的作用。但由于羟磷灰石是沿着胶原纤维的方向沉积的，并非沿断面方向，因此该学说有点牵强附会。

（三）微分隔学说

胶原纤维内部构造存在微小空间，其内部的 pH 和磷酸浓度较高，因而引发羟磷灰石的沉积。该学说不能解释为什么具有和骨、牙本质相同 I 型胶原纤维的皮肤胶原纤维并不发生钙化。

（四）基质小泡学说

在钙化发生的前沿存在一些直径大约为 30nm~1μm 的基质小泡，这些基质小泡内有大量的 ATP 作为能量吸取钙和磷离子而生成羟磷灰石结晶，这些小泡破裂后羟磷灰石便散落在胶原纤维基质上。

（五）活性基附加学说

一般认为，基质分泌细胞只在形成胶原基质时起作用，而钙化是一种化学过程，与基质分泌细胞没有关系。活性基附加学说认为作为基质的胶原的磷酸化在羟磷灰石的结晶核形成过程中起到了重要的作用。在钙化进行的时候，细胞通过酶的作用将促进磷酸化的活性基分散在胶原上，因此基质分泌细胞在钙化的整个过程中都起到了控制的作用。

七、羟磷灰石与牙齿硬组织的再矿化

牙体组织长期暴露在口腔内，受到唾液的长期浸泡和菌斑细菌的侵蚀，长期饮用酸性饮料如碳酸饮料、啤酒等，牙体组织表面会产生一定的钙、磷溶解而发生脱钙反应。这种反应是长期和持续的作用，也是导致龋齿的主要原因之一。生理条件下，唾液中的钙和磷持续不断地沉积到牙体组织上形成新的羟磷灰石，这种周围环境中的钙磷重新沉积在牙体组织形成羟磷灰石的反应称为再矿化（remineralization）。

经扫描电子显微镜观察发现，离体牙体组织在经酸蚀后表面变得粗糙,但用羟磷灰石进行处理后，原被酸蚀后粗糙的牙釉质表面重新恢复光滑形态，证明羟磷灰石对牙体组织有再矿化作用。但目前关于羟磷灰石对牙釉质表面的再矿化作用机制尚不明了，有待进一步的研究。将羟磷灰石微晶体和磷酸钙分别填入表面钻有小孔的离体牙釉质标本的小孔内,在口腔环境内留置一段时间后观察发现，羟磷灰石微晶体填充的部位变得致密和牢固，硬度逐渐增加并和周围牙釉质融为一体，而磷酸钙填充的部位很容易被唾液洗涤掉。这一实验表明羟磷灰石微晶体对牙体组织表面的缺损有充填修复的作用，这些发现也证明了在牙膏中掺入羟磷灰石微晶体具有一定的防止龋病发生、发展的作用，对牙体组织表面的早期缺损也有自动修复的功效。

第二章 牙齿组织的结构与生理

牙齿作为主要的消化道器官，承担着咀嚼、发音、言语、面部美容等主要生理功能。发育正常、矿化完整、结构合理、外形完整、排列整齐是牙齿完成生理功能的必备条件。

第一节 牙釉质

一、牙釉质的理化性质与组成

牙釉质是人体内最坚硬的组织，它覆盖在牙冠的表面，厚度不一，牙尖处最厚，可达 2.5mm，牙颈处最薄。

牙釉质的硬度和密度并非均匀一致，在牙尖处和表层的牙釉质最硬，密度也最大；在接近釉牙本质界处，硬度要小一些。成熟牙釉质的硬度用克鲁普氏法测量为 430kg/mm^2，用摩氏硬度计测量为 6.5。牙釉质的平均密度为 3g/cm^3，抗压强度为 774kg/cm^2。一般情况下，恒牙牙釉质的硬度大于乳牙牙釉质。

牙釉质的高强硬度使它可以承受数十年的咀嚼压力和摩擦力。不仅如此，牙釉质还具有一定的压变性，这种压变性虽然很小，但却可耐受长期咀嚼压力而不发生碎裂，压变性主要与其内部的组成（有机物和水）以及牙釉柱和晶体的排列有关。

正常牙釉质是一种带光泽的半透明物质。牙釉质的密度较大，但对放射性同位素或染料等物质有透过性。牙釉质的釉柱间质是多孔性的，且其中还有水分，外界物质多系通过釉柱间质进入牙釉质的。

在表达某种物质在牙釉质中的透过能力时，常用扩散系数 D 表示，其单位为 $cm^{-2}sec^{-1}$，下面列举一些离子在 pH7.0 时对健康人牙釉质的扩散系数：

Ca^{2+}	$\sim10^{-12}$	HPO_4^{2-}	$\sim10^{-12}$
F^-	$\sim10^{-10}$	Na^+	$\sim10^{-10}$
H_2O	$\sim10^{-8}$		

由这些系数可能推算出透过强度，如 Ca^{2+}为 1μmh^{-1}；水的透入速度为钙离子的 100 倍，但是这种计算法不适用于酸，因为这些物质与牙釉质的反应强烈（扩散系数为 $10^{-4}cm^{-2}sec^{-1}$）。至于物质对牙釉柱的透过性则比在釉柱间质内慢 3~4 个级差。

当牙釉质发生龋病时，龋坏组织中的物质运送途径扩大，且在其中充满了水，除 H^+外，其他物质的扩散系数为 $10^{-6}cm^{-2}sec^{-1}$，其运动强度与水溶液中的离子运动速度一样。很多离子、染料或同位素示踪物能很快透过龋坏牙釉质。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

刚萌出的牙齿的牙釉质比萌出已久的牙釉质更容易被外界物质深入，这也是外层牙釉质发生生理性再矿化的基础。表层牙釉质发生再矿化后，其透过性就逐渐减弱了。

牙釉质的化学组成分为两部分。

（一）无机物

牙釉质含有大量无机物，按重量计算，占95%，其中绝大部分是磷酸钙类物质。多年来人们认为这种物质是羟磷灰石，其分子式为$Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$。近年的研究，折光率测定和红外光谱分析，认为是碳酸磷灰石或包含碳酸磷灰石，其中CO_3^{2-}的含量占3.2%（重量），其分子式为$Ca_9[(PO_4)_{4.5}(CO_3)_{1.5}](OH)_{1.5}$。

牙釉质内还有其他一些的无机物成分，见表2-1。

表2-1　人成熟牙釉质的无机物含量（干重%）

组　分	含量幅度	平均值
钙	34.6~38.2	36.6
磷	16.3~19.2	17.7
碳酸盐	2.4~4.2	3.2
钠	0.17~1.16	0.67
镁	0.04~0.68	0.35
氯	0.16~0.7	0.35
钾	0.018~0.1	0.04

牙釉质还含有一些痕量元素。牙釉质氟含量可达120ppm，牙釉质表层内的含氟量更高，氟可以与磷灰石结合成氟磷灰石，增强牙齿的抗龋力。

牙釉质内镁与碳酸基团都是磷灰石的薄弱组成部分，容易受到酸的侵蚀。

牙釉质内的各种无机物并不是均匀分布在各个部位的。将牙釉质分层剥离，分析其中镁、钠、磷酸盐含量，发现这些成分在外层牙釉质内分布较少，内层较多。电子探针或次级离子质谱法，发现各种无机物在牙釉质内的分布从表面到深处不相等，而且牙齿之间也有区别。氯的分布也呈一定的浓度梯度，从外到内。逐渐减少（图2-1）。

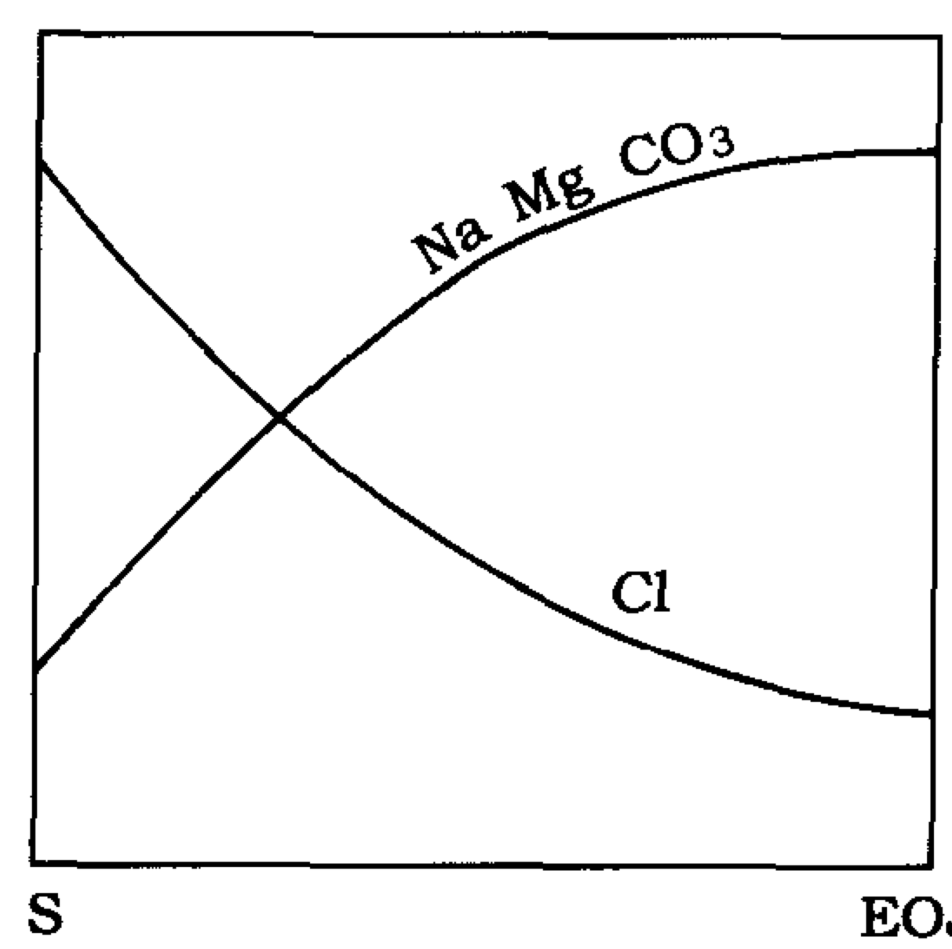


图2-1　牙釉质从表面（S）到釉牙本质界（EDJ）的钠、镁、氯和碳酸盐浓度

不同的牙齿，同一牙的不同部位无机物的分布也不一样。牙釉质内钙也是由表层到深处逐渐减少的。磷的分布与钙平行，这样就使牙釉质内Ca/P比值保持恒定，为1.62±0.08。

虽然牙釉质内的无机物在重量上占很大比重，但其体积却不与重量成正比。根据测量结果，牙釉质内无机物所占总体积为牙釉质的85%，其他15%则为水和有机物占据。

（二）有机物

成熟牙釉质内的有机物所占比重还不到1%。恒牙牙釉质的有机物比乳牙为少，恒

牙为 0.6%，乳牙为 0.7%（均为 w/w）。这些有机物大部分分布在釉梭、釉丛等结构内，其次是芮氏线和釉柱间质内。这些有机物中有不溶性和可溶性蛋白质、肽类、枸橼酸盐。除了蛋白质外，牙釉质内还含有脂肪，其量占有机物的 50%。成熟牙釉质的有机物组成、氨基酸分析见表 2-2 及表 2-3。

表 2-2　牙釉质内的有机物组成（重量%）

物质	含量	物质	含量
总有机物	0.6	枸橼酸盐	0.02
总蛋白质	0.35	乳酸盐	0.01
低分子量	0.06	碳水化物	0.0016
不溶性	0.29	脂肪	0.01
		水	4.0

表 2-3　人成熟牙釉质的蛋白质的氨基酸分析（10-3）

氨基酸	水溶性蛋白质	水不溶性蛋白质	氨基酸	水溶性蛋白质	水不溶性蛋白质
半胱氨酸	4	20	蛋氨酸	34	22
羟脯氨酸	8	2	异亮氨酸	19	23
天科氨酸	54	79	亮氨酸	66	111
苏氨酸	42	52	酪氨酸	23	51
丝氨酸	119	82	苯丙氨酸	33	49
谷氨酸	106	136	羟赖氨酸	4	6
脯氨酸	137	81	赖氨酸	26	40
甘氨酸	193	62	组氨酸	19	27
丙氨酸	53	69	精氨酸	28	36
缬氨酸	32	52			

用十二烷基磺酸钠-聚丙烯酰胺凝胶电泳（SDS-PAGE）和凝胶-清除色层法分析成熟牙釉质的蛋白质，主要是低分子量糖蛋白，另一部分为 EDTA 不溶的蛋白质，其氨基酸组成与分子量与前者相同，含有机磷酸盐较多。牙釉质内的 EDTA 可溶性蛋白质的有机磷酸盐可能与蛋白质呈共价结合，为晶体发育提供模板的作用，成熟牙釉质的有机基质形成一种框架，使矿物质的形成容易进行。

牙釉质内不溶性蛋白质的分布不均匀，在接近釉牙本质界处最多，此处富含釉梭和釉丛。牙釉质一经脱矿，这些不溶性蛋白质被留下来，形如带或绒毛。人牙釉质不溶性蛋白质与口腔上皮的低硫角蛋白有相似之处。这种相似性以蛋白质之间的联系为基础，成熟牙釉质的不溶性蛋白质属于假角蛋白。

最近对牙釉质基质蛋白的研究，发现牙釉质内含有几种蛋白质，釉原蛋白、釉丛蛋白等，这些蛋白质在牙釉质内起到晶体的成核作用和支架作用。

（三）水

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

牙釉质含水约4%。均匀地分布在釉柱间质内，以牙釉质本质界较多，一部分与磷灰石结合。此外，1%为游离状态水。

二、牙釉质的组织结构

采用光学显微镜观察牙齿磨片或用电子显微镜观察牙釉质的超薄切片，可以看到牙釉质的基本组成，包括牙釉柱和釉柱间质。光学显微镜下牙釉柱和柱间质呈紧密定向排列的致密结构。

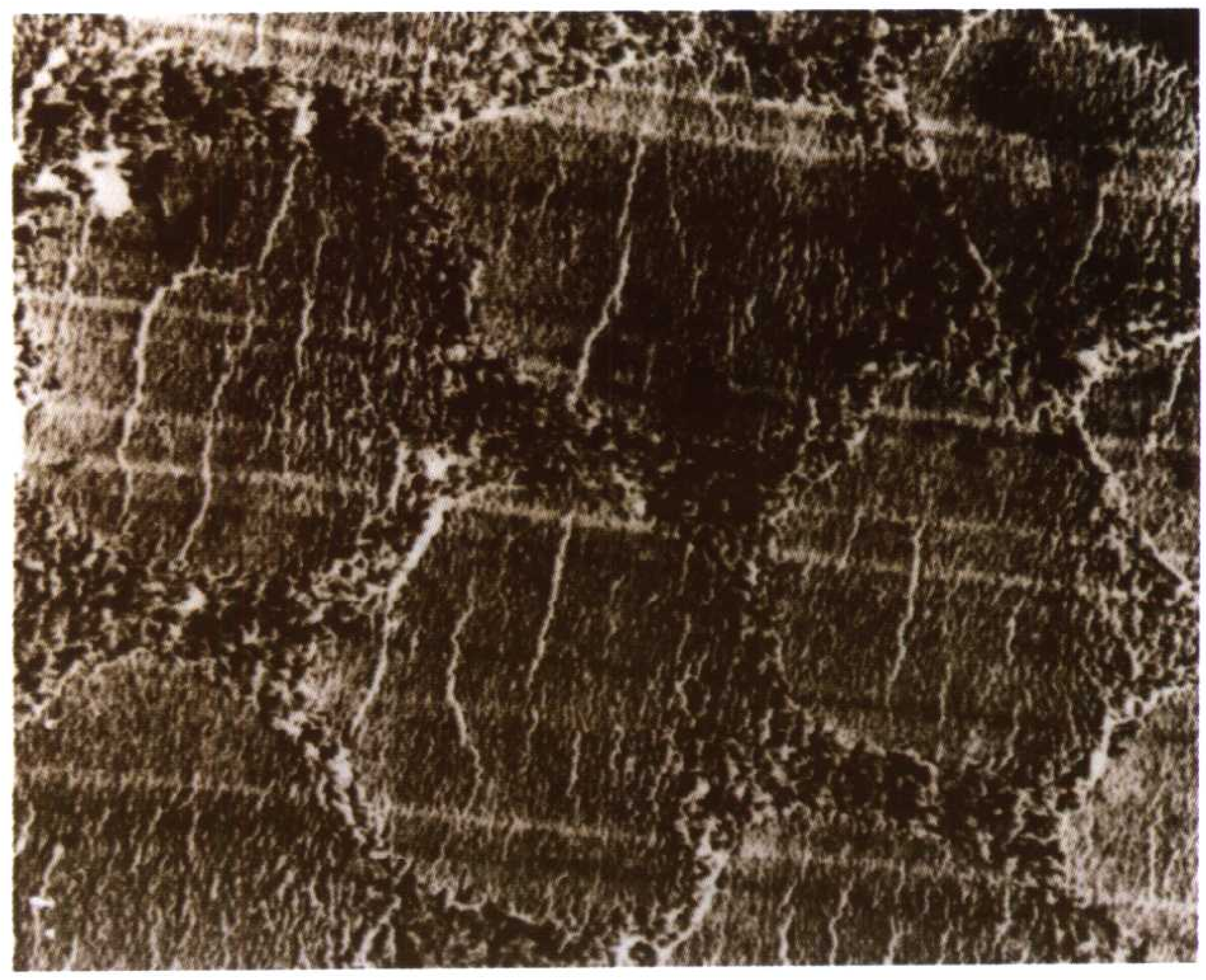


图 2-2　牙釉柱与柱间质（SEM）

牙釉柱在达到牙齿表面时与表面基本垂直。每一牙釉柱上可见到有许多横纹，它代表釉柱内的矿化是呈周期性的。横纹是牙釉柱的薄弱部分，容易受到酸的侵蚀。牙釉质早期龋釉柱横纹内的晶体明显减少。扫描电子显微镜观察牙釉质时，这些结构均可清楚显示出来（图 2-2）。

牙釉柱在牙釉质的排列方向是规则有序的，在接近牙齿表面处，所有牙釉柱都是排列成与牙面垂直的方向。在牙釉质内部约占牙釉质厚度2/3部分，则方向发生改变，在牙尖的下方，它们成束地弯曲，且曲度颇大；在牙冠的其他方面（颊、舌、近中、远中），则可见到一组与牙面垂直、互相平行的牙釉柱。另外，一组则呈束装扭曲，像发辫一样（图 2-3）。这两组牙釉柱互相交替，就是用肉眼观察牙齿切片，也可见到牙釉质内2/3部分呈明暗相间的带状，此种交互排列的现象被称为施芮格板带（Schreger's band）。

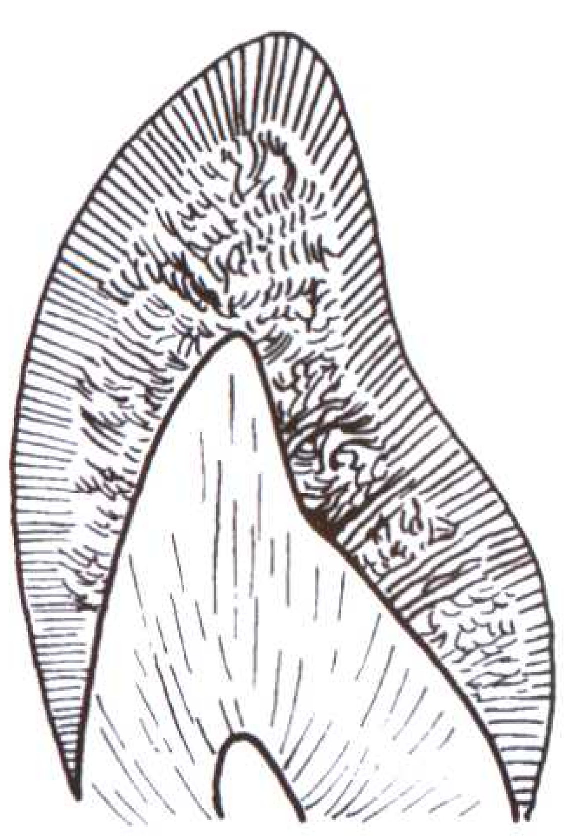


图 2-3　牙釉柱排列方向

在牙齿的点隙内，牙釉柱的排列方向又有变化。一般情况下，在点隙的入口处，牙釉柱排列与点隙表面成一定角度。在点隙中部则与表面平行，到点隙底部，牙釉柱呈自底部向周围辐射状。牙釉柱的不同排列方式，完全是为了适合牙釉质的功能，否则不能承受长时间的咀嚼压力，发生破裂。

牙釉柱内的主要结构是排列有序的磷灰石晶体，在釉柱内，这些晶体互相紧密排列，中间间隙很窄。成熟牙釉质内的磷灰石晶体，又称微晶（crystallite）。这种晶体的外形规则，呈六方棱柱体，平均宽度约为40nm。

牙釉质内磷灰石晶体比牙本质内的大（图 2-4）。大体积的晶体能增强牙釉质的物理机械性能，减小表面面积，不易受到酸的溶解，这是很重要的。在高分辨电子显微镜下，可以看清晶体的晶格结构，它们的结晶程度是很高的。

前面已经提到，牙釉质内的水有一部分与晶体结合，构成晶体的水合外壳，在水合外壳的内面，有一离子吸附层（见第一章图 1-7）。水合外壳中的水呈游离状态，可以与外界物质发生交换。

用高分辨扫描电子显微镜观察牙釉柱内的晶体排列，可见在釉柱中心晶体与牙釉柱排成一定角度，而在釉柱周围（包括釉柱间质）则与釉柱方向平行。图 2-5 为这种排列方式的模式图。

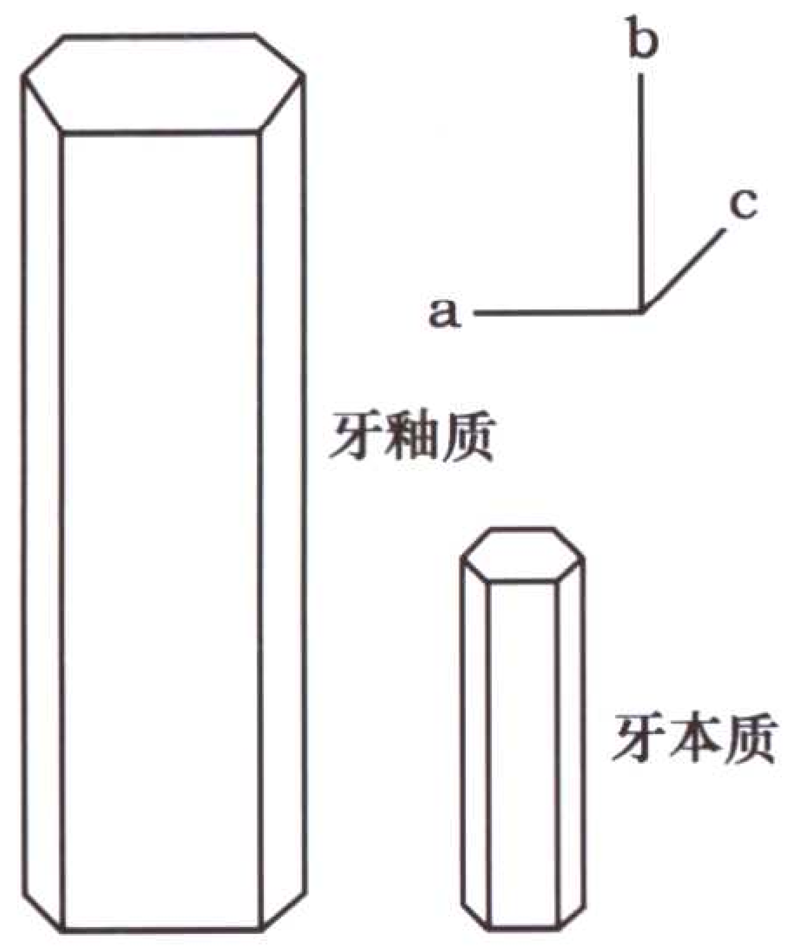


图 2-4　牙釉质和牙本质晶体大小的比较

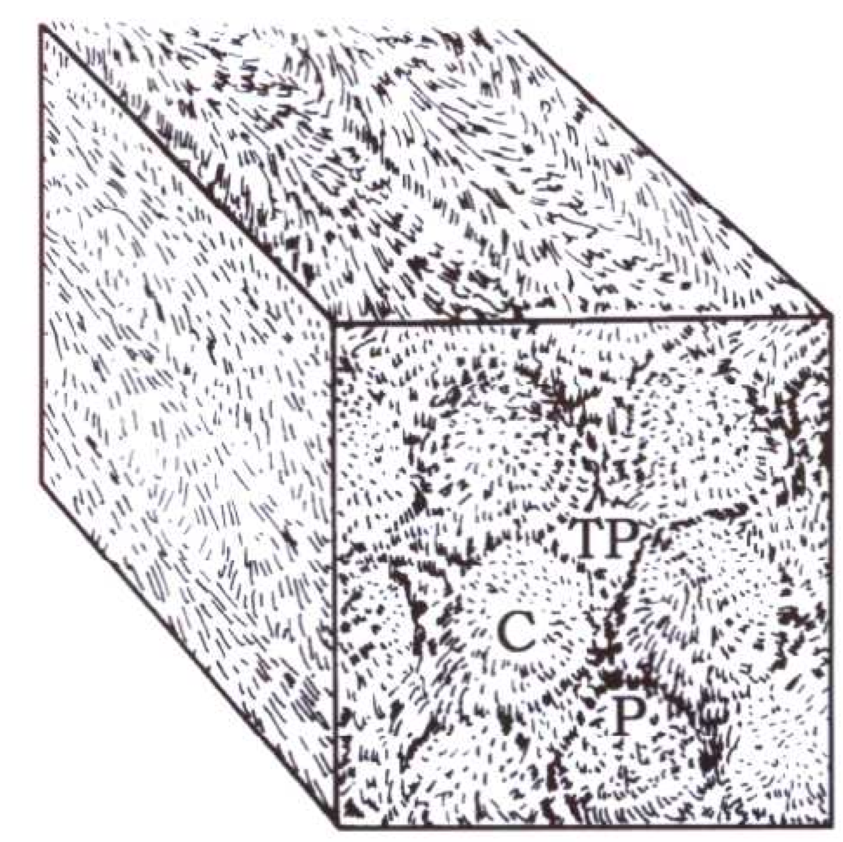


图 2-5　牙釉柱内晶体排列模式

C：釉柱柱心；TP：釉柱间质；P：釉柱周围

发生牙釉质龋时，这种排列方式与疾病的破坏途径密切相关。

釉柱间质是牙釉质中含矿物较少的部分，被认为是龋病病变过程中的酸性物质的通道。

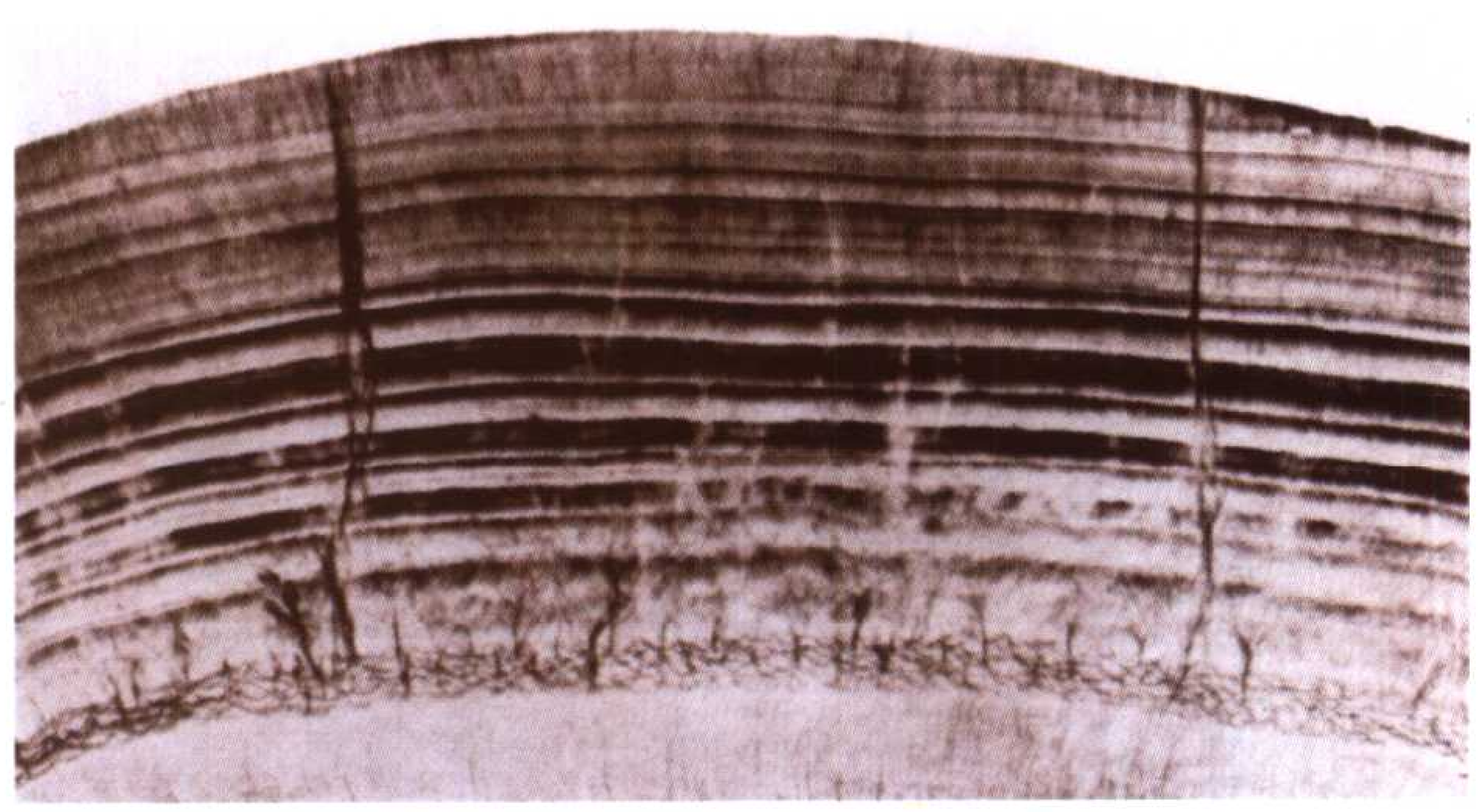


图 2-6　牙釉质内的锐兹线 Retzius' lines

在光学显微镜下观察牙釉质的全貌时，可见若干条与牙面大致平行的线条，表示牙釉质生长时呈叠瓦状一层一层堆积形式，被称为生长线（incremental lines）或锐兹线（Retzius´ lines，图 2-6）。线所在的位置是矿化较少的部分，在龋病病变时，它也是容易受侵蚀的部分。

三、牙釉质的表面形态与表层结构

发育健全的牙齿表面是较光滑平整的，仔细观察这些光滑的表面时，却可见到许多有规律排列的陷凹，此种陷凹是牙釉质发育末期，成釉细胞退化前遗留的痕迹。口腔卫生状况差的人，此种陷凹中有大量的细菌及食物残渣，为龋病的发生提供了条件。

扫描电镜观察未萌出牙的牙冠表面，可以发现一些表面不完整的形貌。一种是长短不等的裂纹；另一种是大小不一的坑凹，称为灶孔（focal hole）。这些裂纹或灶孔里面

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

也很容易藏匿细菌。这些结构是自然形成的缺陷，成为龋病的好发部位。

牙釉质表面还可见到叠瓦状结构，是牙釉质生长线在牙齿表面的结构，叠瓦状结构的膨出部分较光滑而完整，凹陷部分则有许多小孔。

观察人磨牙邻面触点内外的表面形态，可以发现触点内的牙釉质表面较光滑，触点区边缘即有明显的破坏，触点区龈方的表面有大量细菌堆积，这说明为什么邻面龋损害一般多从触点龈方开始。

从上面介绍的几种情况，可以看出牙齿表面先天或后天地存在许多结构上的缺陷，这些缺陷为细菌的停留和形成菌斑提供了条件，它们会成为龋病开始破坏的突破口。从邻面龋发生的部位看，触点内始发龋损害者很少。在龋病发病的宿主因素中，牙齿的结构占有很重要的地位。

进一步观察牙釉质表层内部的结构，对认识龋病破坏的途径和机制有较大的帮助。Whittaker 用扫描电子显微镜观察 550 颗乳牙表层牙釉质的结构，结果表明表层牙釉质有三种类型：一种是牙釉柱直达表面；一种则是表层无牙釉柱；一种是混合型，牙釉柱只达表层的一部分。无釉柱表层多见于乳牙，恒牙较少见。这种表层结构内也不是致密无缺陷的。在透射电镜下，表层内有很多孔隙结构。表层牙釉质内的晶体的 c 轴基本上与牙釉质表面垂直，表层下有一定程度的倾斜。

表层晶体的排列在表面呈一定的波状起伏，X 线衍射法证明表层牙釉质内的晶体的 a 轴比内层牙釉质者长。

四、点隙裂沟的形态与结构

人类牙齿龋病的多发部位是咬合面的点隙裂沟。点隙裂沟内最易停留细菌和食物残渣，其一端是盲端，物质进易出难，且由于其缝隙狭窄，不易被牙刷清除，因而成为龋病最多发的部位。

点隙沟裂在牙釉质内，其周围均被牙釉质包围，在牙齿刚萌出时，其内部为牙釉上皮的残余，不规则。牙萌出后则有口腔内的各种物质进入如唾液、食物等。

点隙裂沟的形态与龋病发病有一定关系。浅而开口宽的点隙易于清洁，不易发生龋病；有些点隙虽然深，但很窄，也不易患龋。

Nagano 等将点隙裂沟的形态分为 I、V、U、IK 几种类型。实际上牙齿的点隙裂沟形态是很多样的，根据本书作者的研究，提出可以分为 I、U、V、Y、A、W 以及其他型。I 型是狭而窄的点隙裂沟；V 型是口宽底窄者；U 型是口及底均宽；Y 型是口宽，但到中段变窄；A 型是口窄底宽者；W 型是点隙开口宽，但底部分为两个或更多的隙；其他型者的形态不规则，不能归入以上几型（图 2-7）。根据作者的调查分析，I 型最多（69%），其次是 V 型和 U 型。

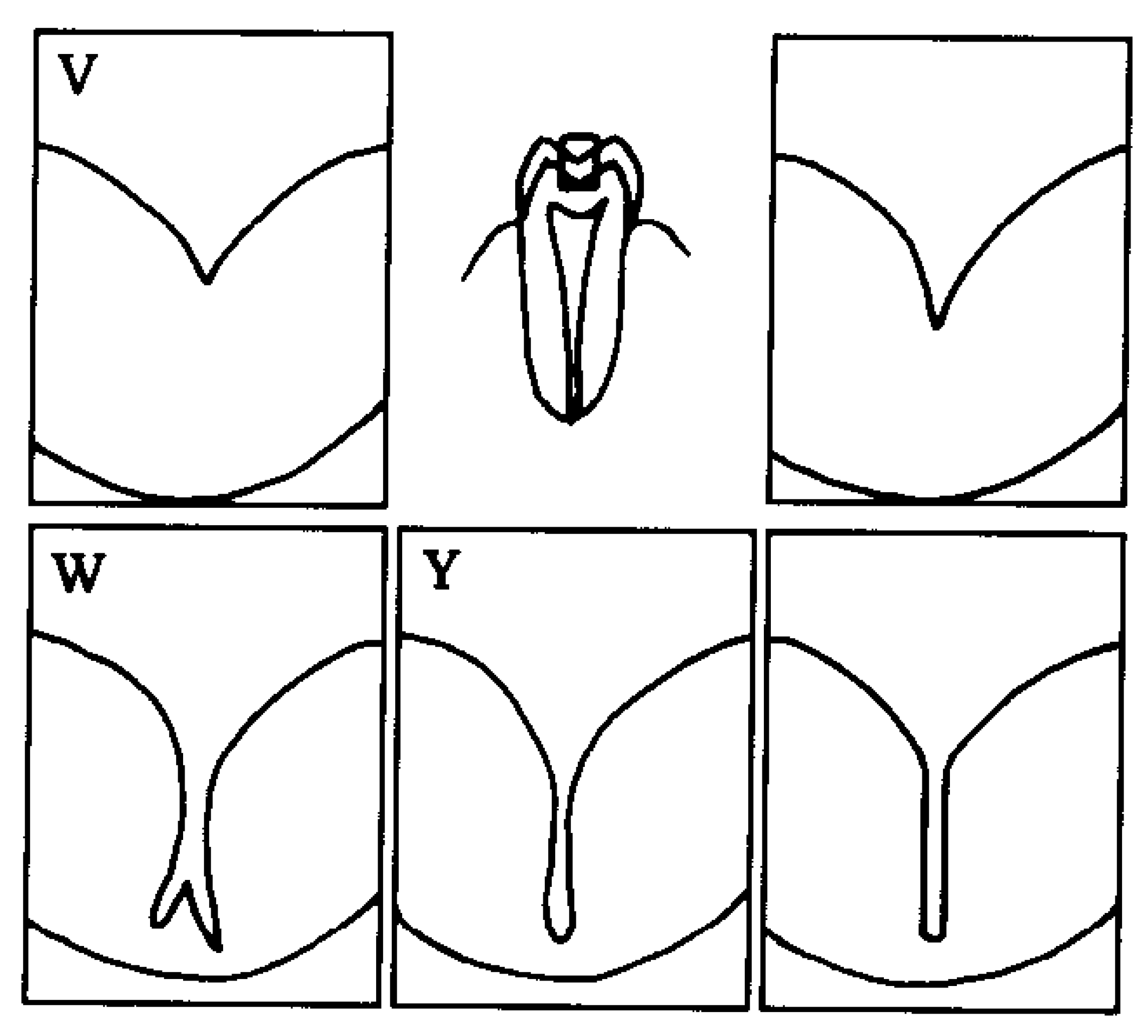


图 2-7　点隙裂沟形态

五、牙釉质的功能与代谢

前面已经提到牙釉质是体内最硬的组织，它的矿化程度达到95%，但它又与一般矿物质不同。它虽然是由无机物组成，但这些无机物都是高度结晶形的，不仅如此，这些晶体是有序排列在牙釉柱内，而牙釉柱又是规则有序排列在牙釉质内，只有这样，牙齿这个咀嚼器官才能承受几十年的咀嚼压力和磨擦。

由于牙釉质内含有大量的无机物，不含有生命活力的单位，因而过去长时间对牙釉质是否活组织而争论不休，认为牙釉质不是活组织的人指出牙釉质内没有代表生命活动基本单位的细胞，持反对意见的人则认为，如果牙釉质不是活组织，它就会被机体所排除。

大量研究表明，牙齿萌出后，牙釉质内的确没有代谢活动，它与外部的物质交换仅仅是少量的透入，主要表现在牙釉质的外层，如氟、钙、磷等物质都可进入牙釉质。牙釉质靠什么长期地与具有一定活力和代谢的牙本质稳固连接在一起，而且维系那么长的时间呢？有人认为这与牙釉质深处的釉丛、釉梭等结构有关。

第二节　牙　本　质

牙本质是牙体组织的主要部分，也是一种高度矿化而又具有一定物质代谢的硬组织，包围在牙髓组织外面，在牙冠部，牙本质的外面有牙釉质覆盖；在牙根部则有牙骨质覆盖；但在牙颈部，有时可见到牙本质直接与周围的牙周组织接触。

一、牙本质的性质与组成

牙本质是一种比牙釉质软的硬组织，它含的矿物质比牙釉质少，平均为70%（重量）左右。牙本质含的有机物较多，约占18%，其余12%为水（均为重量比）。但按体积计算，则牙本质内无机物的体积占50%左右，有机物约占25%，其余为水。牙本质的这种组成随着年龄而发生变化，年龄愈大，矿物质成分占的比重愈大。

牙本质内的无机物主要是羟磷灰石晶体，其构成与牙釉质一样。另外还有少量无定形磷酸钙，主要见于新形成的牙本质。牙本质的磷灰石晶体体积较小，其长度约为200Å，宽度和厚度约35~40Å。

此外，牙本质内还含有少量碳酸盐和硫酸盐，也有一定痕量元素如氟、铜、锌、铁等。

牙本质的有机物主要是胶原，占有机物组成的93%；其他成分为脂肪、糖氨聚糖、蛋白质，每种含量约0.2%；另外还有少量（<1%）的枸橼酸盐。

二、牙本质的构造

牙本质的构造分基质和牙本质小管-纤维两部分。在光学显微镜下可见到牙本质内有许多紧密排列的小管，小管与小管间是基质。仔细观察，可以发现牙本质小管内有一条纤维，延伸于小管内2/3。牙本质小管在其生长中分出一些支管，但以近釉本质界处最明显，有些牙本质小管还延伸到牙釉质内，成为釉梭（图2-8）。在牙冠和牙根内，

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

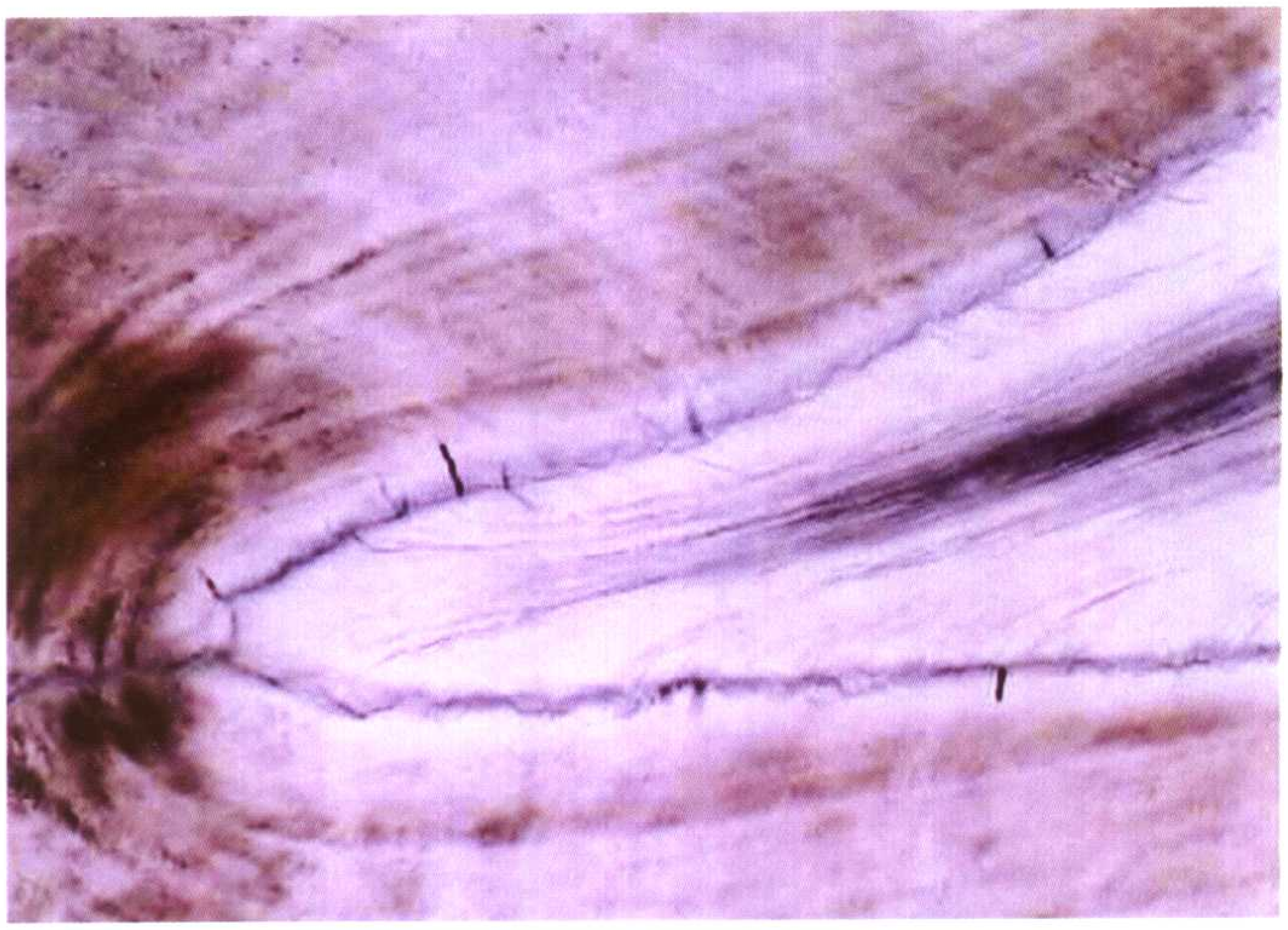


图 2-8　釉梭（光镜下）

牙本质小管的全部行程呈 S 形弯曲，但在牙尖部则较直。

牙本质的外层接近牙釉质的部分，在牙齿发育过程中形成最早，基质的纤维来自牙乳头，排列方向垂直于釉牙本质界，这一部分牙本质称为罩牙本质（mantle dentin），其中含有纤维接合素（fibronectin）。在接近牙髓的内层牙本质，尚未矿化，称为前期牙本质（predentin），其中含蛋白聚糖（proteoglycan）较多。前期牙本质是牙本质内层靠近牙髓的部分，HE 染色呈淡红色，稍靠外周一点即可见到一些染成紫红色的团块，这是正在矿化的牙本质（图 2-9）。

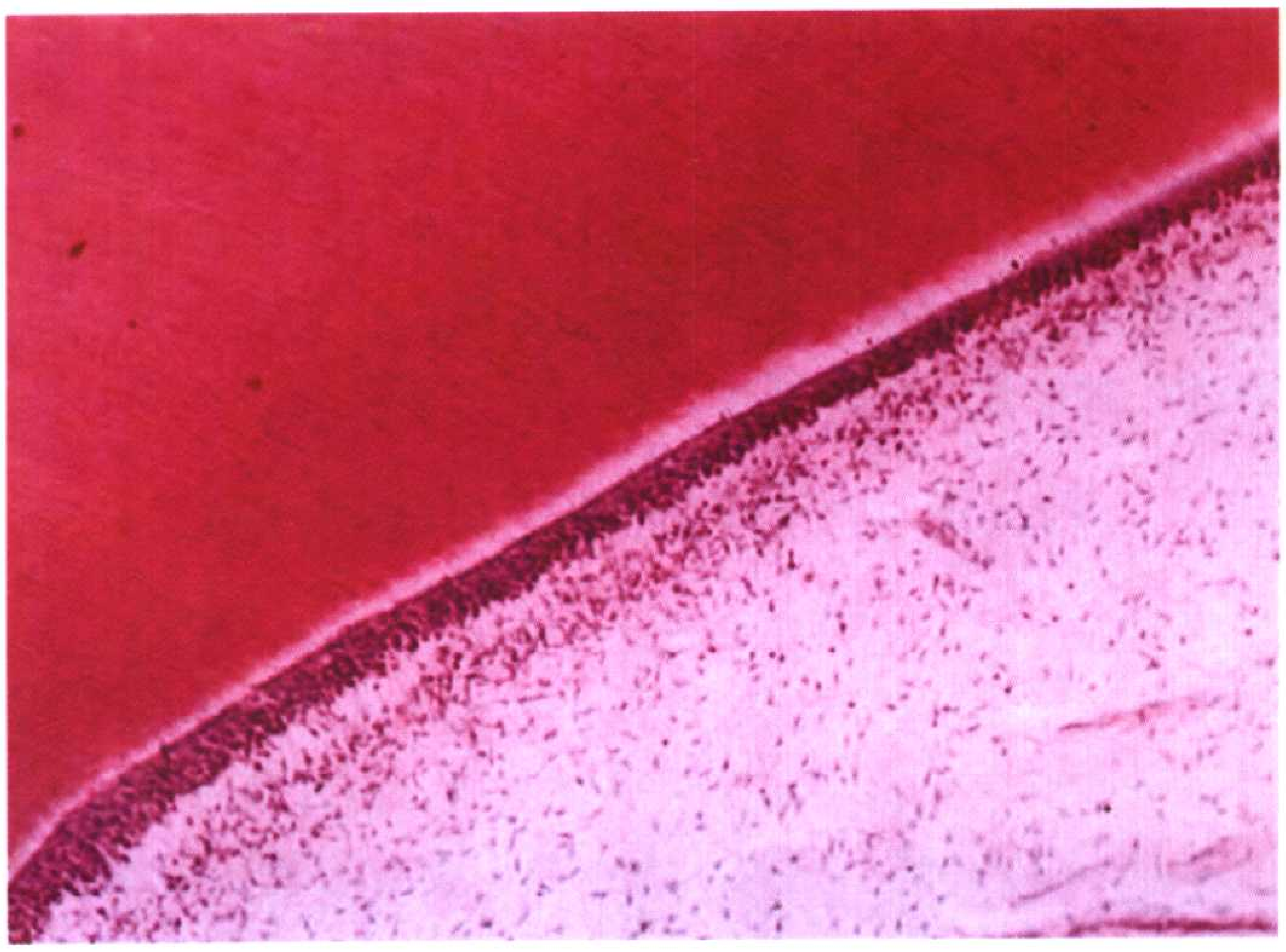


图 2-9　前期牙本质

用电子显微镜观察牙髓周围和前期牙本质的结构，可显示成牙本质细胞突伸入前期牙本质和牙本质的小管内的情况（图 2-10）。

在显微镜下观察牙本质小管横断面时，可清楚看出牙本质小管与其周围基质的关系，在电子显微镜下则更为清楚。小管周围有一层矿化程度较高的牙本质，称为管周牙本质（peritubular dentin）；介于两管之间的牙本质矿化程度要低一些，称为管间牙本质

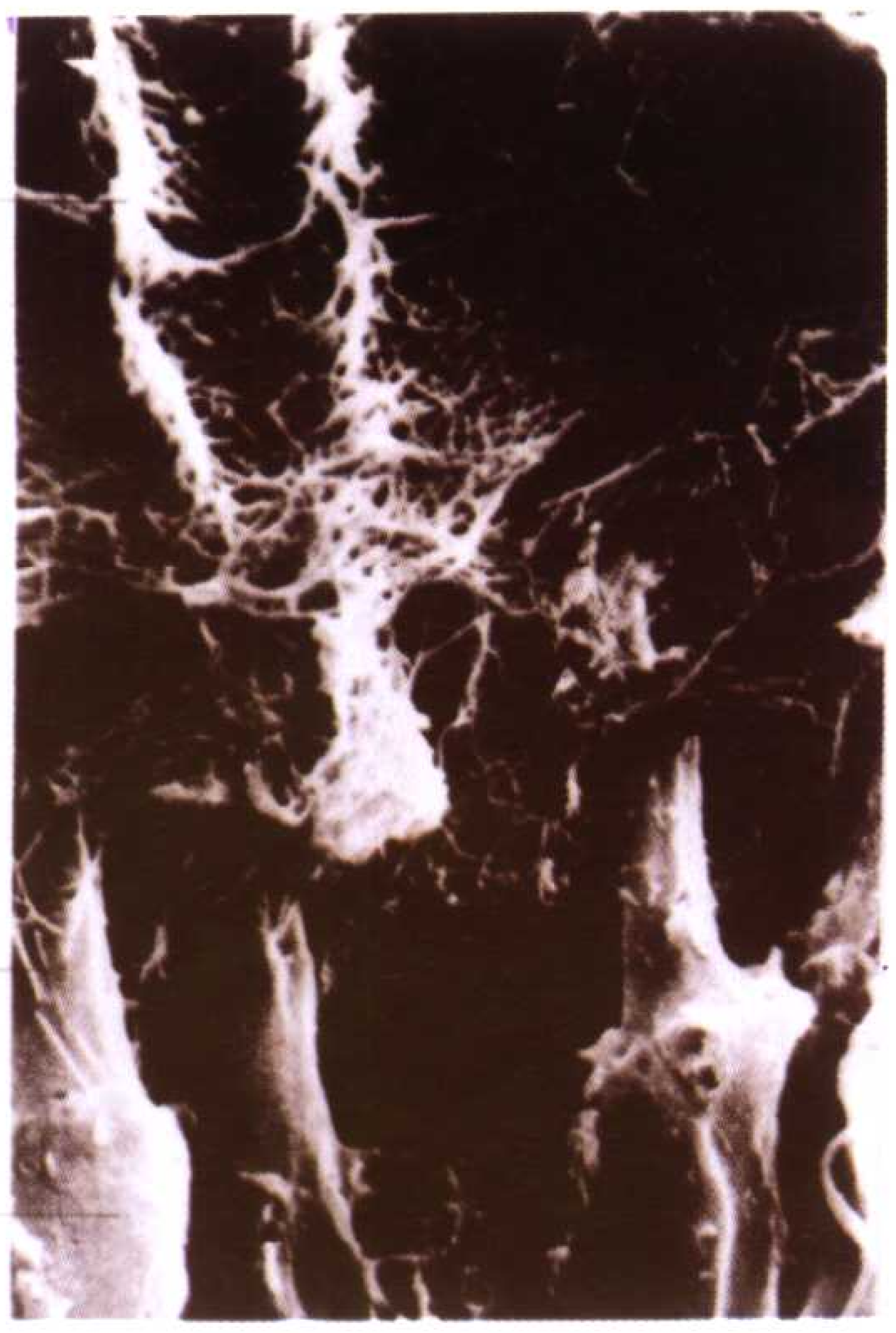


图 2-10　成牙本质细胞突伸入前期牙本质

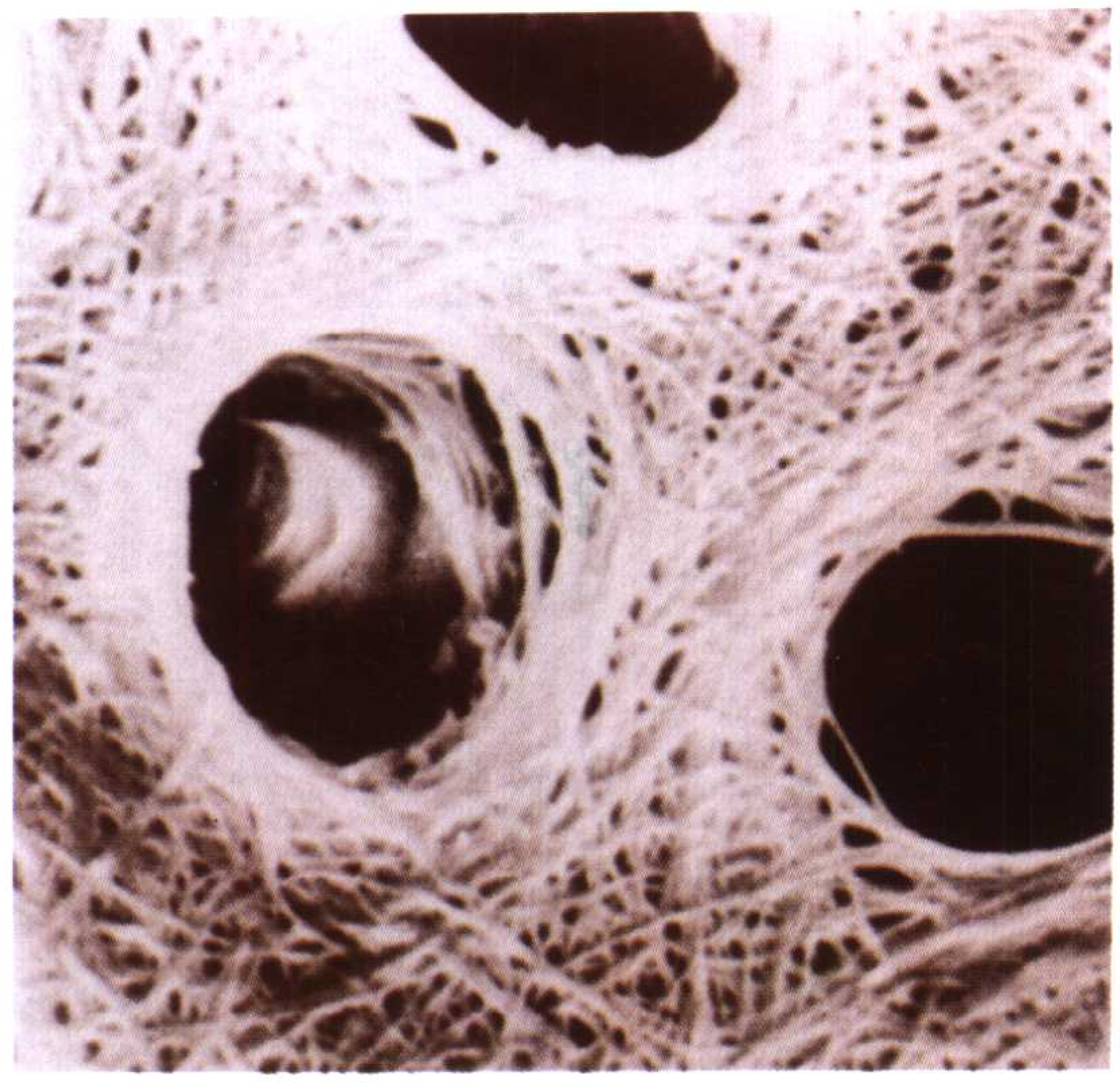


图 2-11　牙本质的胶原纤维

(intertubular dentin)。在正常状态下，牙本质小管内有牙本质纤维占据，它是成牙本质细胞伸向牙本质小管内的突起。现已查明，成牙本质细胞突只伸延到牙本质小管的内侧2/3。

牙本质基质是牙本质小管外面的矿化组织。它包含两个组份：一是磷灰石晶体；另一部分是有机基质，这种基质是由胶原纤维构成的（图 2-11），嗜银染色，属于 I 型胶原。

三、牙本质内的矿化薄弱区

在牙冠部的牙本质内一种常见矿化不全的结构，称为球间牙本质。前面已经提到牙本质矿化时，矿物呈球体互相融合，当由于某种原因矿化发生障碍时，就会出现这种结构，但牙根部的牙本质却没有这种结构。球间牙本质内包含着牙本质的基质。在牙根部靠近牙骨质处有另外一种矿化不全的结构，称为托姆氏粒层。

四、牙本质的淋巴循环与神经分布

与牙釉质相比，牙本质有许多不同之处。牙本质内有淋巴循环，牙本质在牙齿形态定形后，也将继续发育；牙本质含有细胞成分，是成牙本质细胞突；当牙本质受到外界刺激时，内部会发生一些反应变化，如矿化现象增强，而且还可在牙本质的近牙髓端形成反应性牙本质（reactive dentin），这说明牙本质内存在着物质代谢活动。

成牙本质细胞突占据牙本质小管的内 2/3，在细胞突与小管壁之间有淋巴循环。实验证明：当在暴露的牙本质表面施加各种刺激时，牙本质小管内的液体会向外或向内流动。当在活体内输入放射性物质或染料时，可见这些物质沿牙本质小管向釉牙本质界方向移动。又如，将暴露的牙本质表面干燥，用高渗溶液或吸湿性物质加在牙本质表面，或用冷刺激时，均可使牙本质小管内的液体向外移动。反之，如在牙本质表面施加热刺激，则会使液体向内移动。牙本质小管内液体流动的速度为 2~4mm/s。

牙本质小管内的液体含有大量钠与氯化物，含钾很少。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

牙本质能感受外界刺激，如触、压、冷、热、酸、甜等，人们曾对牙本质的感受性作了许多探讨。最初人们用组织学方法去寻找牙本质内的神经，Bernick，郑麟蕃，岳松龄，Fearnhead 等均曾用经典的神经染色法显示有游离神经末梢进入前期牙本质内。Pemenidis 与 Hinds 用 ^{3}H 标记的脯氨酸注射于动物三叉神经节内，三天后将动物杀死，剖取牙齿观察 ^{3}H-脯氨酸在牙本质内的分布，发现在近牙髓的 1/3 牙本质分布较多，在接近釉牙本质界处则很少，他们用这种方法来证明牙本质神经活动的传导途径。电子显微镜下观察用醋酸铀和醋酸铅染色的牙本质，牙冠部牙本质内有神经分布，尤以覆盖髓角部分的牙本质内较密，但在离牙髓牙本质界处 100μm 以外，则见不到神经，放射自显影神经解剖法证实人牙本质小管内有神经分布。

由于这些研究所用方法不同，所得结果也不一致。要完全证实牙本质内的神经的存在，除了改进组织学研究方法外，还应从神经生理学方面进行探讨。

除神经感受作用的理论外，关于牙本质的感受性，还有人认为可能由于牙本质小管内液体的体的流速和方向的改变刺激成牙本质细胞层下的神经感受器，即所谓流体动力理论（hydrodynamic theory）。另外也有人认为成牙本质细胞突本身即具有传导刺激的作用，但有人认为牙本质的外 1/3 层却无成牙本质细胞突。

五、牙本质-牙髓复合体

从组织发育和功能上来看，牙本质和牙髓组织是密切联系的，当牙本质受到刺激时，牙髓组织会发生相应的反应，牙本质的活力密切依赖牙髓的生活状态，如牙髓死掉，任何加于牙本质的刺激，都不会引起反应。另外，前面已经提到，在生理状态下，牙本质内存在有体液循环和神经感受功能，所有这些都依赖于牙髓的存在。牙本质的不断发育也与牙髓活力密切相关。

因此，近代许多学者都把牙本质和牙髓联合起来，作为一个组织单位，称为牙本质-牙髓复合体（dentin-pulp complex），牙本质是这个复合体的矿化部分，牙髓则是它的非矿化部分。这在研究牙本质龋的病变中，具有非常重要的意义。

第三节 牙 骨 质

牙骨质是覆盖在牙根表面的一层组织，它也是一种矿化组织。关于牙骨质研究的资料不多。近年来，由于人口老龄化，根部龋的发病率增高，人们对牙骨质的注意力也随之增加了。

一、牙骨质的性质与组成

牙骨质在牙根表面的分布不均匀，牙颈部很薄，由牙颈到牙根尖逐渐增厚。牙骨质呈浅黄色，硬度低于牙本质。洪法廉等的测量牙骨质的微硬度为 46.5HVkg/mm^2，牙本质为 71HVkg/mm^2，牙釉质为 343HVkg/mm^2。

牙骨质内含有机物较多，它和水在一起，组成牙骨质的基质，约占 50%~55%（重量），其余则为无机物。牙骨质内的无机物主要为磷灰石晶体，有机物则多为胶原与粘多糖。

牙骨质担负着连接牙齿与牙周韧带的作用。因此，牙骨质也作为牙周组织的一部分。

牙骨质具有一定程度的透过性，其程度随年龄而变化。年轻者，牙骨质矿化程度较低，透过性较大；年老者则矿化程度较高而透过性降低。细胞牙骨质（见后）的透过性比无细胞牙骨质大。

二、牙骨质的组织结构

在光学显微镜下观察牙齿纵切片时，可见牙骨质呈板层状沿牙根部分布。牙骨质可以分为两类：一类为无细胞牙骨质，分层的结构与牙根表面平行，这种牙骨质多见于牙根的近牙颈部及牙根中部。另一种是有细胞牙骨质，在分层线之间可见一些带有突起的细胞样物质，称为牙骨质陷窝。电子显微镜下观察，这些陷窝内有细胞存在，细胞周围有若干突，在未矿化的牙骨质内看得很清楚（图 2–12）。

牙骨质内有很多牙周韧带的纤维自表面伸入内层，电子显微镜下观察经过脱矿的牙骨质和牙周组织切片时，可以清楚地看出。细胞牙骨质则多见于牙根中部至牙根尖部分。

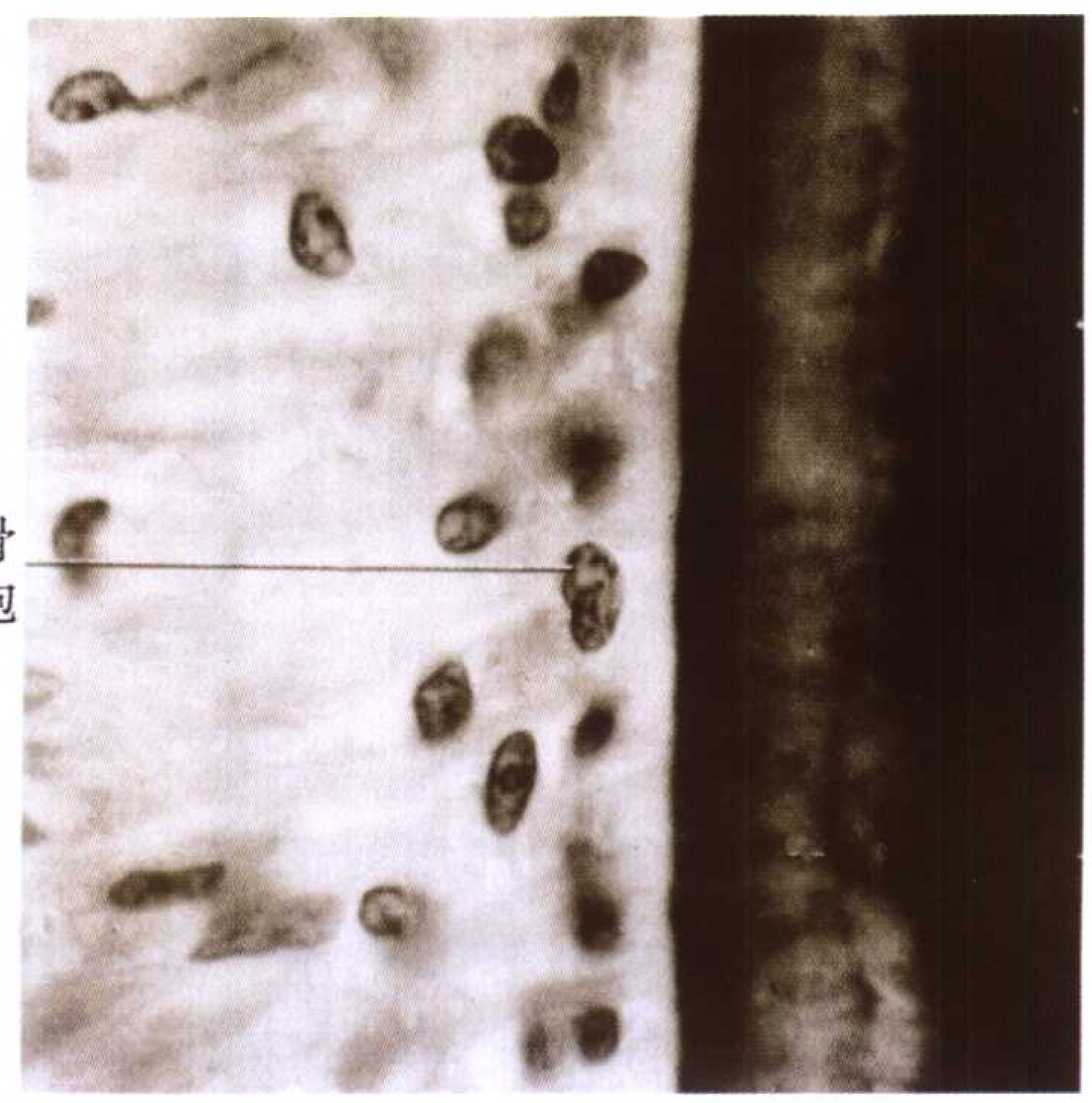


图 2–12　成牙骨质细胞突

三、牙骨质的功能与代谢

结构上，牙骨质是一种与骨组织相似的组织，主要功能是把牙体组织与牙周组织连接起来。牙骨质的表面分布着成牙骨质细胞（cementoblasts）。它和骨组织一样，是有生命活力的组织，在正常状态下，牙骨质随着年龄的增长，咀嚼功能的增强，牙骨质也随着牙周膜纤维的增生而增生，它为牙周膜增生的纤维提供了更大的附着表面。

在病理状态下，当牙髓组织拔除后，牙根管内被人工材料所充填，此时牙本质也就失去营养来源，牙骨质就会发生代偿性增生，使牙齿能更稳固地固定在牙槽窝内。临床上常见到拔除作过根管治疗的牙，难度较大，有时甚至牙根被拔除，而断端仍留在牙槽窝内，这就是由于牙骨质增生，使牙根变得粗大，难于拔除。

第四节　釉牙本质界与釉牙骨质界

釉牙本质界是牙釉质与牙本质交界的一条界线，在显微镜下观察牙齿的纵向或横向切片时，呈凸面向外，凹面向内的弯曲界线。在这个界线的两侧，有机物的含量较多，在牙釉质一侧有许多矿化不全的结构，如釉丛（图 2–13）、釉板（图 2–14）、釉梭（见图 2–8）。釉丛是矿化不全的牙釉柱，釉梭则是牙本质小管伸入牙釉质内的延长部，它是未矿化的结构。在釉牙本质界的另一侧有许多牙本质小管的分支，矿化程

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

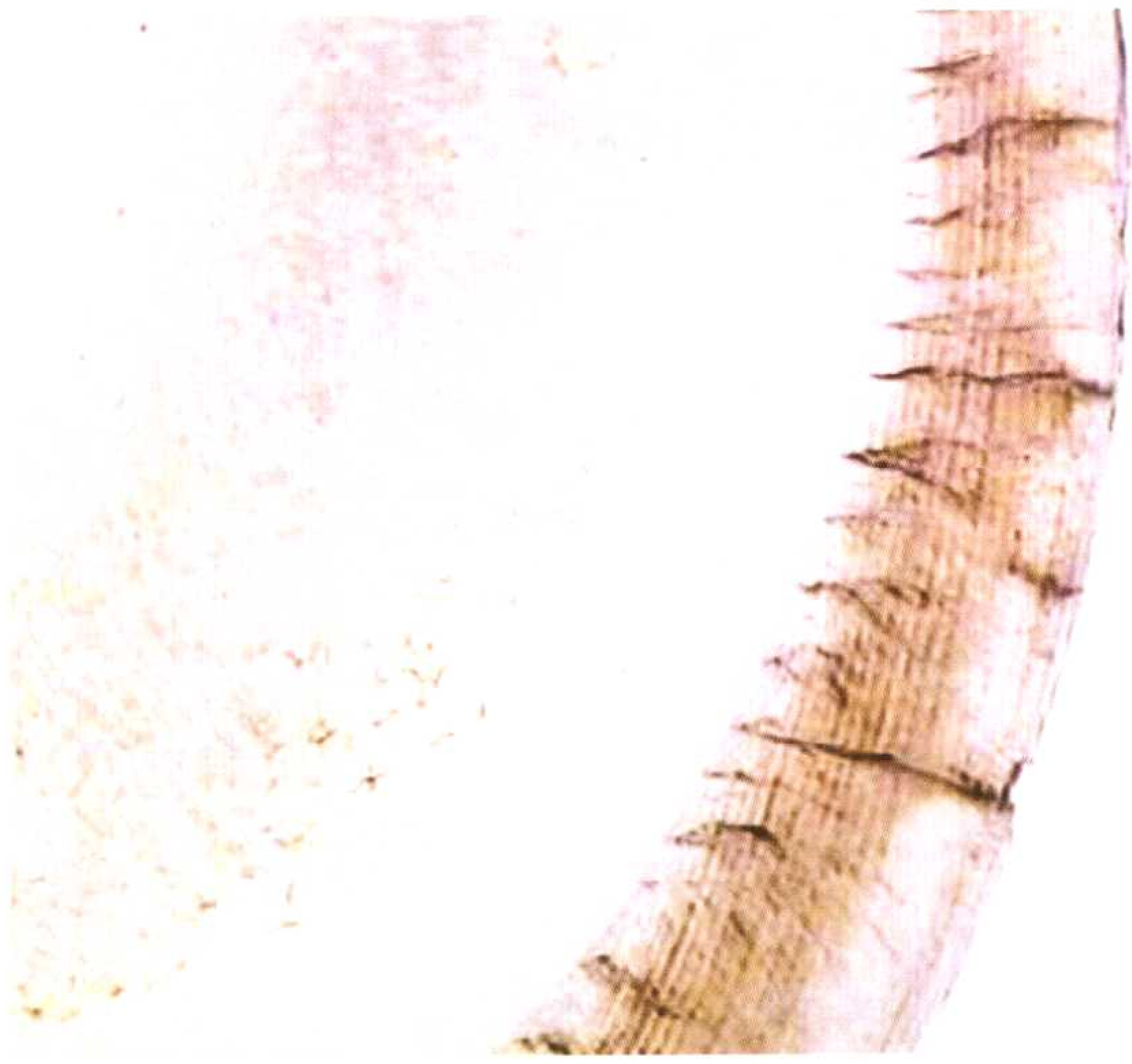


图 2–13　釉丛

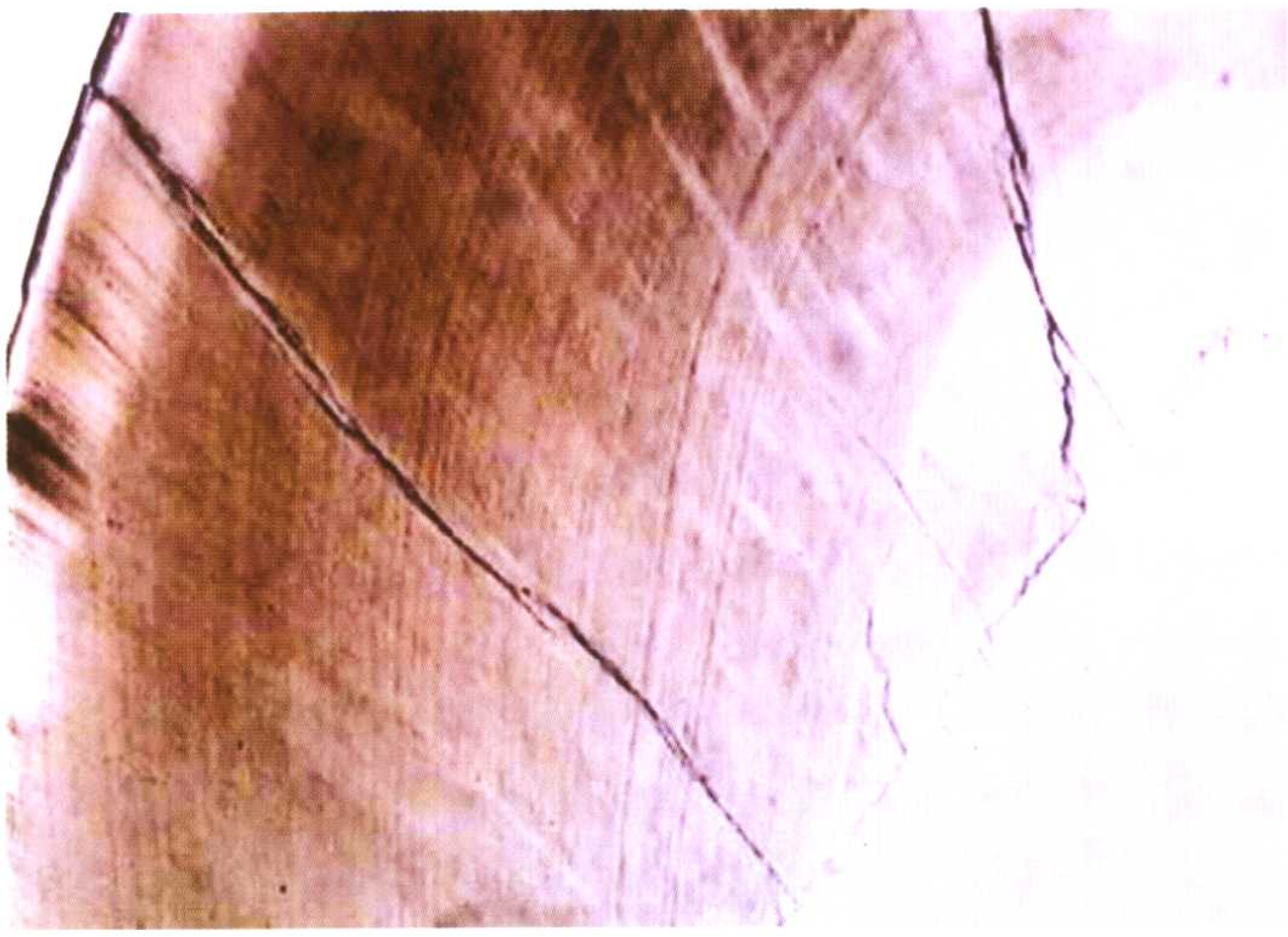


图 2–14　釉板

度也很低。

釉牙骨质界是牙颈部牙釉质与牙骨质的交界。在牙体上它是围绕牙颈部的一条线。牙釉质与牙骨质的交界两种组织的连接情况，可以分为：牙釉质与牙骨质对接；两种组织不相接，牙颈部牙本质直接与外界组织或环境接触；牙釉质覆盖牙骨质或牙骨质覆盖牙釉质。

当牙颈部发生龋病时，首先是牙釉质或牙骨质发生病变，但由于牙颈部的牙釉质或牙骨质都很薄，所以很快就发展为牙本质龋。至于无牙釉质或牙骨质覆盖者，则直接破坏牙本质。因此，老年人的根部龋绝大多数都是牙本质龋，不像牙冠部的龋病损害要经过相当长一段时间才发展到牙本质。

第五节 牙 髓

牙髓（pulp）是位于髓腔内的疏松结缔组织，被坚硬的牙本质所包围。牙髓中的血管、淋巴管和神经仅通过根尖孔与根尖部的牙周组织相通连。

一、组织学特点

牙髓是来源于外胚间叶的一种疏松结缔组织，它包含有细胞，包括成牙本质细胞、成纤维细胞、未分化的间叶细胞、纤维、神经、血管、淋巴管和其他细胞外基质。组织学上，牙髓可分为四层。靠近牙本质的一层为成牙本质细胞层：紧接着成牙本质细胞层、细胞相对较少的组织为无细胞层，此层在牙冠部较明显，无细胞层内侧细胞密集，称多细胞层，牙髓中央区细胞分布比较均匀，称髓核（pulp core），含丰富的血管和神经。

（一）细胞

1. 成牙本质细胞（odontoblast） 成牙本质细胞是位于牙髓周围紧接前期牙本质排列成一层细胞，细胞呈柱状，核卵圆形，位于细胞的基底部，细胞顶端有一细长的突起伸入牙本质小管内。在光学显微镜下，此细胞层似由3~5层成牙本质细胞构成，这是由于成牙本质细胞排列紧密而造成的假象。在整个牙髓中，成牙本质细胞的形状并不完全一致，在冠部为较高的柱状细胞，反应了细胞的高活性状态，在牙根中部逐渐变为立方形细胞；接近根尖部的成牙本质细胞为扁平状，呈现相对休止状态。

电镜下可见在靠近胞核的基底部有粗面内质网和高尔基复合体，而顶部细胞浆内粗面内质网丰富。在牙本质形成活跃期，粗面内质网丰富，线粒体遍布于整个胞浆内，并见空泡。成牙本质细胞体之间有缝隙连接（gap junction）、紧密连接（tight junction）和中间连接（intermediate junction）等结构。

2. 成纤维细胞（fibroblast） 是牙髓中的主要细胞，又称为牙髓细胞。细胞呈星形，有胞浆突起互相连接，核染色深，胞浆淡染、均匀。电镜下有丰富的粗面内质网和线粒体以及发达的高尔基复合体等，表说明其活跃的合成胶原的功能。牙髓成纤维细胞的形态往往反应了牙髓组织的功能和活性。随着年龄的老化，牙髓成纤维细胞数量减少，形态呈扁平核形，细胞器减少，表现为合成和分泌功能下降。近年的研究表明，幼稚的成纤维细胞受到某些刺激后可分化为成牙本质细胞。

3. 组织细胞和未分化间充质细胞（histolytic and undifferentiated mesenchymal cell） 这些细胞或吞噬细胞的形态不规则，有短而钝的突起，胞核小而圆，染色深。在活体染色法中，可见其胞浆内储有染料颗粒。在非活动时期很难与成纤维细胞相鉴别，在炎症时，胞浆内有颗粒及空泡，胞核增大，有明显的核仁。

未分化的间充质细胞比成纤维细胞小，但形态相似，有不明显的胞浆突。在受到刺激时，它可分化成结缔组织中任何一种类型的细胞。在炎症中它可形成巨噬细胞。当成牙本质细胞消失时，它可以移向牙本质壁，分化为成牙本质细胞，形成修复性牙本质。在正常胚胎发育阶段，成牙本质细胞必须由内釉上皮或上皮根鞘诱导产生，而发育完成的牙，后两种上皮均不存在，因此新的成牙本质细胞分化的诱导机制尚不明了。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

（二）纤维

牙髓间质主要是胶原纤维和嗜银纤维，弹性纤维仅存在于较大的血管壁上。牙髓中的胶原纤维主要由Ⅰ型和Ⅲ型纤维交织成网状。随着年龄的增加，胶原纤维的量逐渐增加，但其构成比则基本保持不变。嗜银纤维为纤细的纤维，即网状纤维，属Ⅲ型胶原蛋白，分布于牙髓细胞之间。只有在应用银染色时才能显示黑色。牙本质形成的早期，牙髓边缘聚集有粗大的科尔大纤维束。

（三）基质

牙髓中的基质是致密的胶样物，呈颗粒状和细丝状，其主要成分为蛋白多糖复合物和糖蛋白。蛋白多糖主要为氨基己糖多糖，粘多糖，含有丰富的硫酸软骨素A、软骨素B和透明质酸。糖蛋白主要由纤维粘连蛋白（fibronectin）和细胞外粘接蛋白（vitronectin）等所组成。

（四）血管

牙髓内血管丰富。血管来自颌骨的牙髓动脉分支，它们经根尖孔进入牙髓，沿牙髓中轴前进，沿途分出小支，在成牙本质细胞层下方形成一稠密的毛细血管丛，毛细血管后静脉汇成牙髓静脉与牙髓动脉伴行，出根尖孔转为牙槽静脉。

牙髓和牙周膜的血管除通过根尖孔交通外，尚可通过一些副根管相通。因此，当牙髓或牙周组织发生炎症时，也可沿此通道相互扩散。

（五）淋巴管

牙髓中淋巴管与血管伴行。淋巴毛细血管起于牙髓表面，汇合成较大的小淋巴管，经髓核，穿过根尖也与牙龈、牙周膜的淋巴管丛吻合。前牙的淋巴液引流入颏下淋巴结，后牙的则引流入颌下和颈深部淋巴管。牙髓的淋巴管在光镜下不易与毛细血管区别。

（六）神经

牙髓内有很丰富的神经。神经来自牙槽神经的分支，伴同血管自根尖孔进入牙髓，并逐渐分成很多更细的分支。髓腔内神经纤维分散呈放射状，近多细胞层处形成神经网，称为神经壁层（parietal layer of nerves）或Raschkow丛。自此层神经轴突通过多细胞层、无细胞层和成牙本质细胞层，止于牙髓牙本质交界处的成牙本质细胞突起之间或牙本质小管内。神经末梢呈圆或椭圆形膨大，与成牙本质细胞紧密相接，具有感觉器的功能。牙髓内的神经大多数是有髓神经，传导痛觉，少数或为无髓神经，系交感神经，可调节血管的收缩和舒张。

二、生理学特点

在牙发育完成，根尖孔形成以后，随着年龄的增长和外界的生理或病理性刺激，继发性牙本质和（或）修复性牙本质等不断形成，可使髓腔逐渐缩小。同时，牙髓组织中的细胞成分逐渐减少，纤维成分增多，牙髓活力降低，出现退行性改变。

牙髓虽位于髓腔内，可借成牙本质细胞突起与外界有着密切的联系。任何物理和化学的刺激加到牙本质表面时，与该部位相应的牙髓组织必然发生反应。若所受刺激是慢性的、较弱的，则可引起修复性牙本质形成，并可部分造成牙髓组织的各类退行性变；若所受的刺激强烈，则可发生炎症反应。当牙髓发生炎症时，由于牙髓内的血管管壁

薄，易于扩张、充血及渗出，使髓腔的压力增大，而四周又为坚硬的牙本质壁所包围，无法相应扩张以减轻压力，牙髓神经末梢受压而产生剧烈疼痛。

牙髓内的神经在受到外界刺激后，常反应为痛觉，而不能区分冷、热、压力及化学变化等不同感觉。这可能是因为牙髓缺乏对这些刺激的感觉器。此外，牙髓神经还缺乏定位能力，故牙髓炎患者往往不能准确地指出痛牙的部位。

牙髓的修复再生能力受到牙髓的解剖条件的限制。当牙髓受到非感觉性的较轻损伤时，修复一般是良好的。对于新鲜暴露的牙髓，经适当的临床治疗后，可形成牙本质桥。成牙本质细胞遭损伤后，相应部位牙髓内的未分化间叶细胞可分化为成牙本质细胞而形成牙本质桥。而当牙髓由于感觉而发生炎症时，则完全的修复性再生是困难的。这对牙髓病的临床治疗有重要的意义。

三、牙髓组织结构与生理特点的临床意义

（一）牙髓组织的修复特性

牙髓是富于血管神经的结缔组织，有较强的修复再生能力，牙髓中的防御细胞，能吞噬细菌和消除炎症产物，以利于牙髓的消炎及修复。但牙髓是处于四壁坚硬的牙髓腔中，其血液循环只能通过细小的根尖孔，因此，也可以把牙髓的血循环看作是终支循环，一旦牙髓发生炎症，则渗出物不易引流，髓腔内压力也易增高，这不但导致剧烈的疼痛，而炎症也不易治愈。由于牙髓组织有一定的再生修复力，临床常见未经治疗的牙髓炎，在相当长的时期内，甚至数年，牙髓亦未坏死。

（二）髓腔及牙髓的增龄变化

年轻人牙髓腔大，牙髓组织中细胞成分多，血管丰富，炎症易于扩散，但修复能力亦强，炎症早期作保存活髓的治疗，较老年人容易成功。

随着年龄的增长，纤维成分增多，发生炎症后，不易恢复。因为牙髓活力降低后，可能发生退行性变，如网状萎缩及髓石等。严重的牙髓萎缩，可使牙髓发生渐进性坏死。

（三）牙齿发育生长的特点

新萌出的牙齿，牙根尚未完全形成，根尖孔成喇叭口状，血运极其丰富，修复再生力也很强。一般在牙齿萌出后 2~3 年，牙根才逐渐完全形成，并发育成较狭窄的根尖孔。乳牙在接近替换期前 2~3 年，牙根即开始吸收，往往造成不规则的根尖孔，近脱落时，牙根几乎全被吸收，髓底亦可破坏。不论是新萌出的、根尖孔尚未形成的恒牙，还是牙根被吸收的乳牙，在治疗时都应充分考虑到这些特点，尤其要注意药物的选用和治疗方法的选择，以免造成不良后果。

第六节　根尖周组织的解剖生理特点

根尖周组织包括根尖部的牙周膜、牙槽骨及牙骨质。

一、牙 周 膜

根尖周牙周膜位于牙骨质和牙槽骨之间，由成束的胶原纤维和其间的疏松结缔组织

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

构成。牙周膜内有敏锐的触觉感受器和疼痛感受器，当根尖周组织发生炎症时，患者能较准确地提出患牙部位。根尖周组织的血供较为丰富，有利于消除炎性产物，并促进病变在接受合理治疗后的恢复和痊愈。同时，牙周膜丰富的血供还有营养牙骨质的功能。死髓牙或经过治疗的无髓牙仍能保留于颌骨内并行使其咀嚼功能，有赖于牙周膜的支持和营养。此外，根尖周淋巴管也较丰富，在根尖周炎症时，相关淋巴结可肿大和压痛。根尖周牙周膜内细胞成分较多，其中未分化的间质细胞可以分化为成牙骨质细胞、成骨细胞或破骨细胞等；来源于赫特威上皮根鞘的外胚叶细胞即牙周上皮剩余，在炎症刺激时发生增殖，与根尖周囊肿的形成关系密切。

二、牙　骨　质

根尖部牙骨质为较硬的不规则层状，牙周膜纤维通过牙骨质附着于牙根面上。牙骨质不断新生，具有修复功能。牙齿切缘及𬌗面的正常磨耗引起的牙齿变短可由根尖部细胞性牙骨质的不断沉积得以补偿。根尖周炎症导致的牙根病理性吸收，在病变治愈后亦可由新牙骨质的沉积而修复。牙移位导致的牙根生理性吸收，也可在移位停止后随之修复。

三、牙　槽　骨

牙槽骨是由固有牙槽骨和支持骨组成。固有牙槽骨为围绕牙根周围的密质骨板，又称硬骨板。固有牙槽骨上的筛状小孔是血管、神经进出的通道，因此又被称为筛状板。慢性根尖周炎可导致根尖周牙槽骨的吸收破坏，在X线上可表现为根尖周的透射影像。由于固有牙槽骨的筛状特点，牙周间隙中的渗出物有一定的退让空间，根尖周炎症时压力引发疼痛远不如牙髓炎那么剧烈。

四、增龄性变化

随着年龄的增长，老年的根尖周组织在结构和功能上发生了一些细微的增龄性变化。根尖部牙周膜内胶原纤维增多，细胞成分减少，病变后吸收破坏的根尖组织修复较年轻人慢，神经纤维功能下降，故对疼痛的敏感性降低。根尖部细胞性牙骨质的不断沉积使根尖孔变狭窄甚至闭合，影响血流进入牙髓组织，诱发牙髓的退行性变化。根尖新牙骨质的持续性沉积将增加牙本质牙骨质界与根尖孔之间的距离。虽然牙根的真实长度在不断增加，但如果以牙本质牙骨质界为测量终止点，根管工作长度却在不断减少。在根管预备时，虽然根管工作长度的测量通常距根尖孔约1mm，但在老年人患牙该值常大于1mm。

第三章 牙体牙髓病治疗的解剖学基础

熟练掌握牙体、髓腔及根管形态是牙体牙髓专科医生的基本功，也是牙体牙髓病治疗成功的重要步骤。凡进行牙体治疗、牙髓治疗、根管治疗等，都必须先行牙体预备及髓腔根管预备。牙体及髓腔根管预备时，既要去除病变的组织，又不能破坏过多的正常牙体组织，因为牙齿经过牙髓治疗后，脆性增加，若破坏牙体组织多，更易造成牙齿折裂。髓腔根管预备的原则是既充分暴露髓腔，又不破坏过多的正常牙体组织。

第一节 牙体形态学

牙齿从外部形态上分为牙冠、牙颈和牙根（图 3–1）。

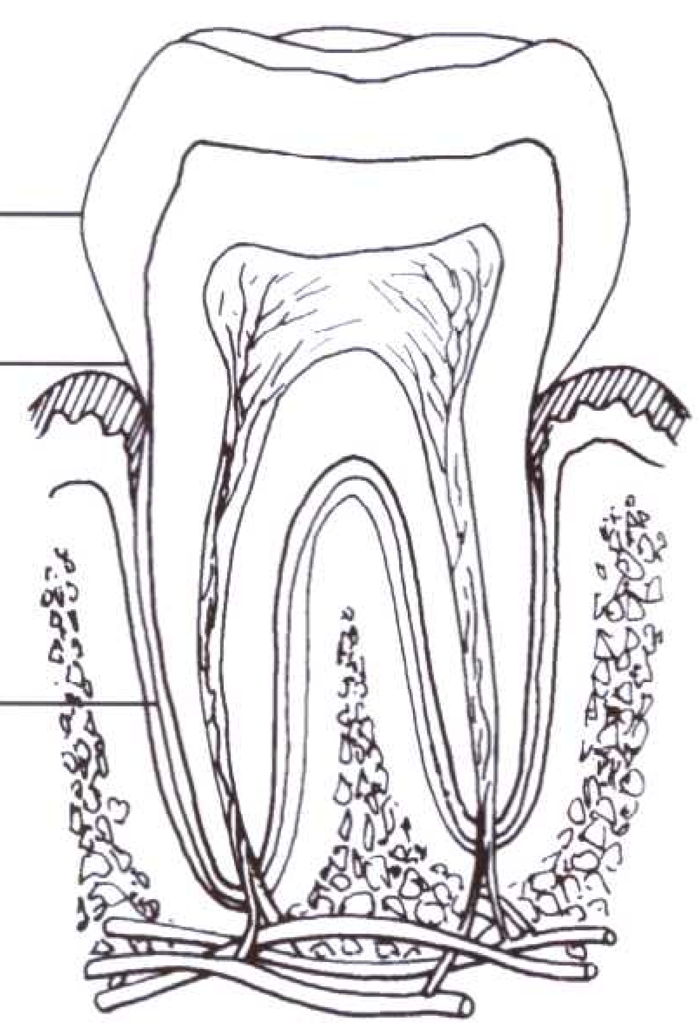


图 3–1 牙体形态

牙冠是牙齿暴露在口腔中的部分，主要发挥牙齿的咀嚼功能。根据牙齿的部位和功能的不同，牙冠的形态各异。牙根位于牙槽骨内，是牙齿的支持部分。根据牙齿的部位和功能的不同，牙根的数目也不同。功能大的牙齿，一般都有 2~3 个牙根，增加牙齿的稳固性。牙冠与牙根的连接部位称为牙颈。

一、前 牙

人恒前牙 12 个，分为上、下中切牙 4 个（图 3–2）、侧切牙 4 个（图 3–3）、和尖牙 4 个（图 3–4），均为单根牙，排列在牙列的前部，呈弧形。

与恒牙一样，乳前牙也分为上、下颌乳中切牙、乳侧切牙和乳尖牙（图 3–5）。乳前牙的牙冠短小，颈嵴突出、牙齿的冠根分明。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

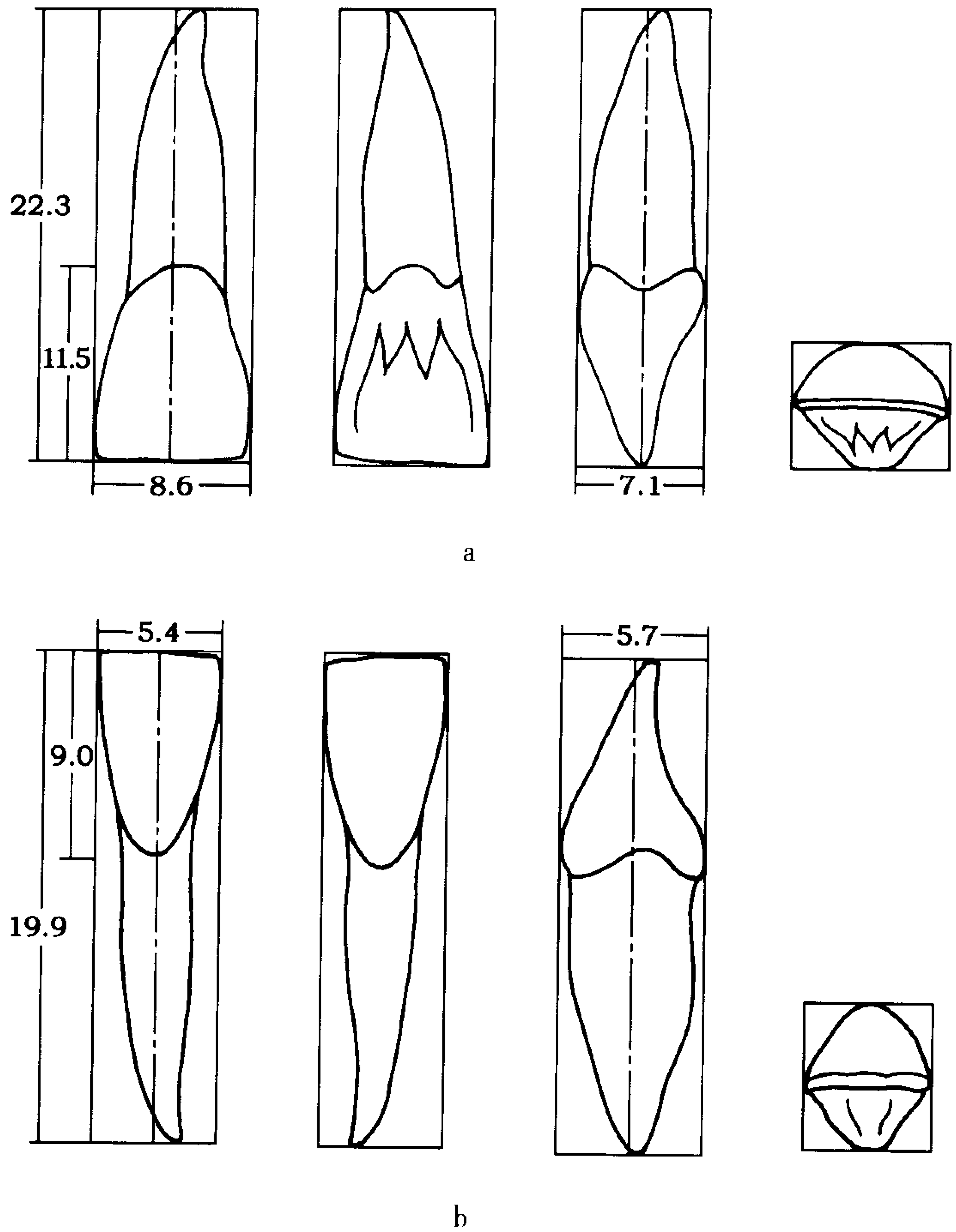
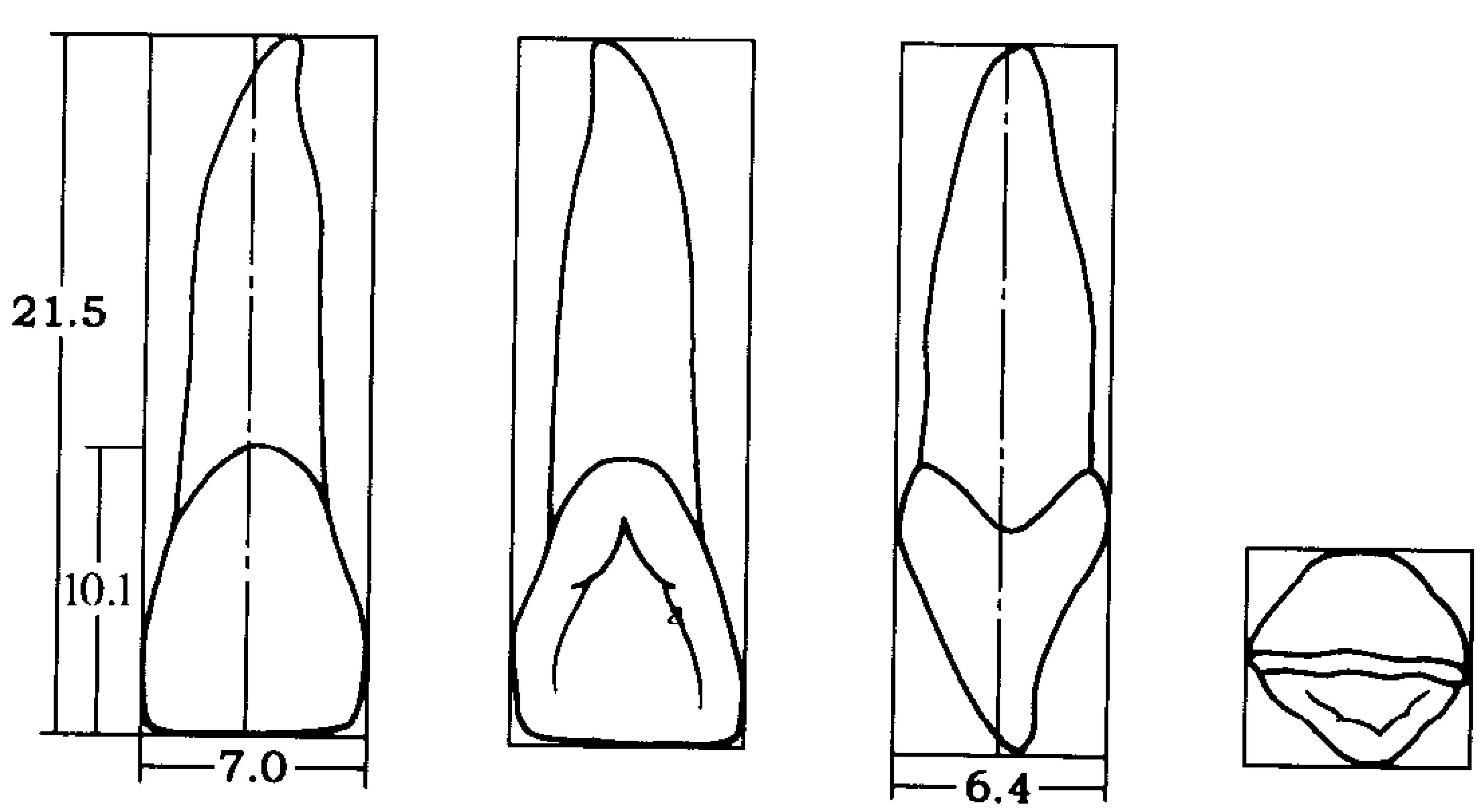
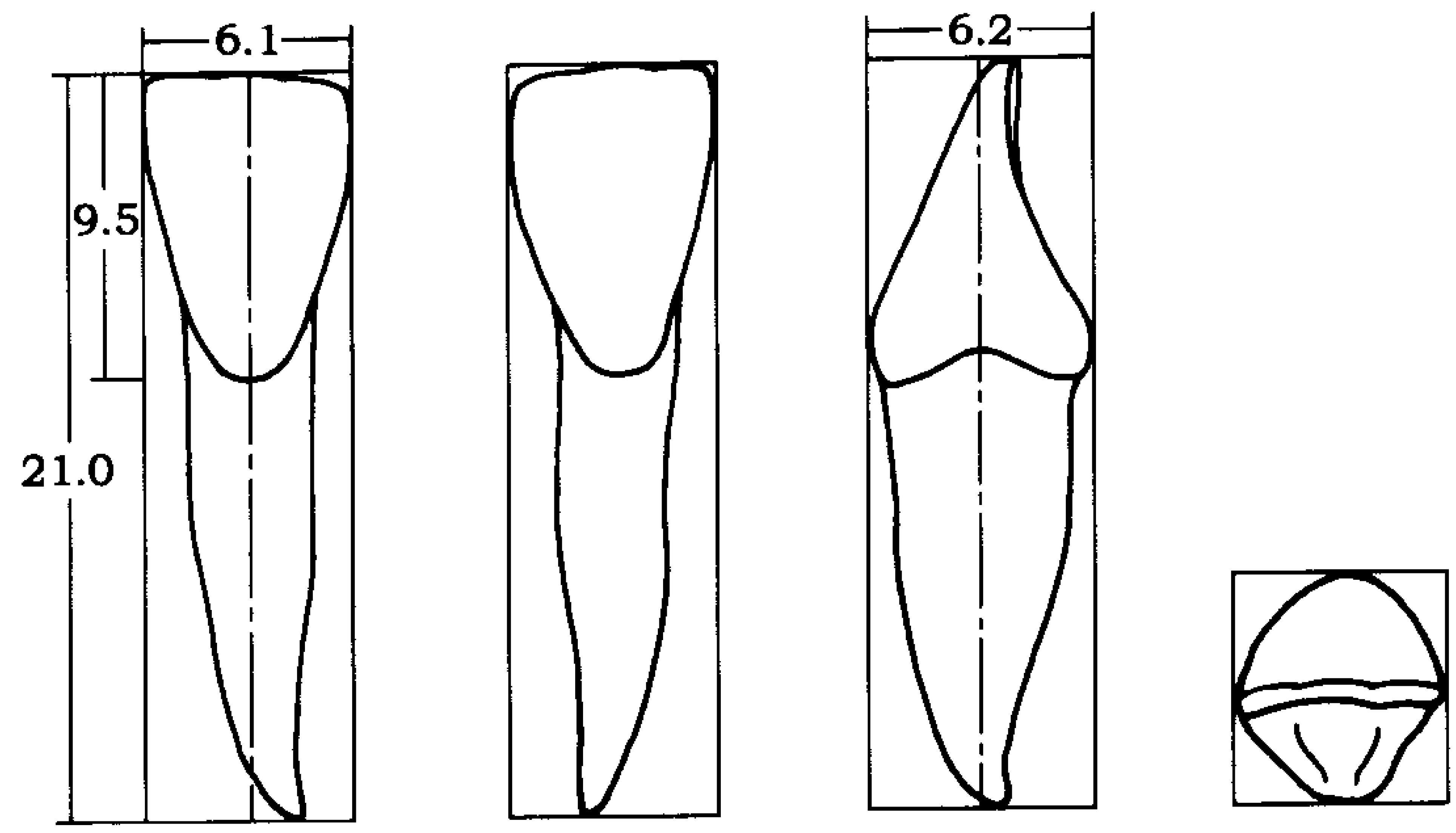


图 3-2　上、下颌中切牙

a. 上颌中切牙　b. 下颌中切牙



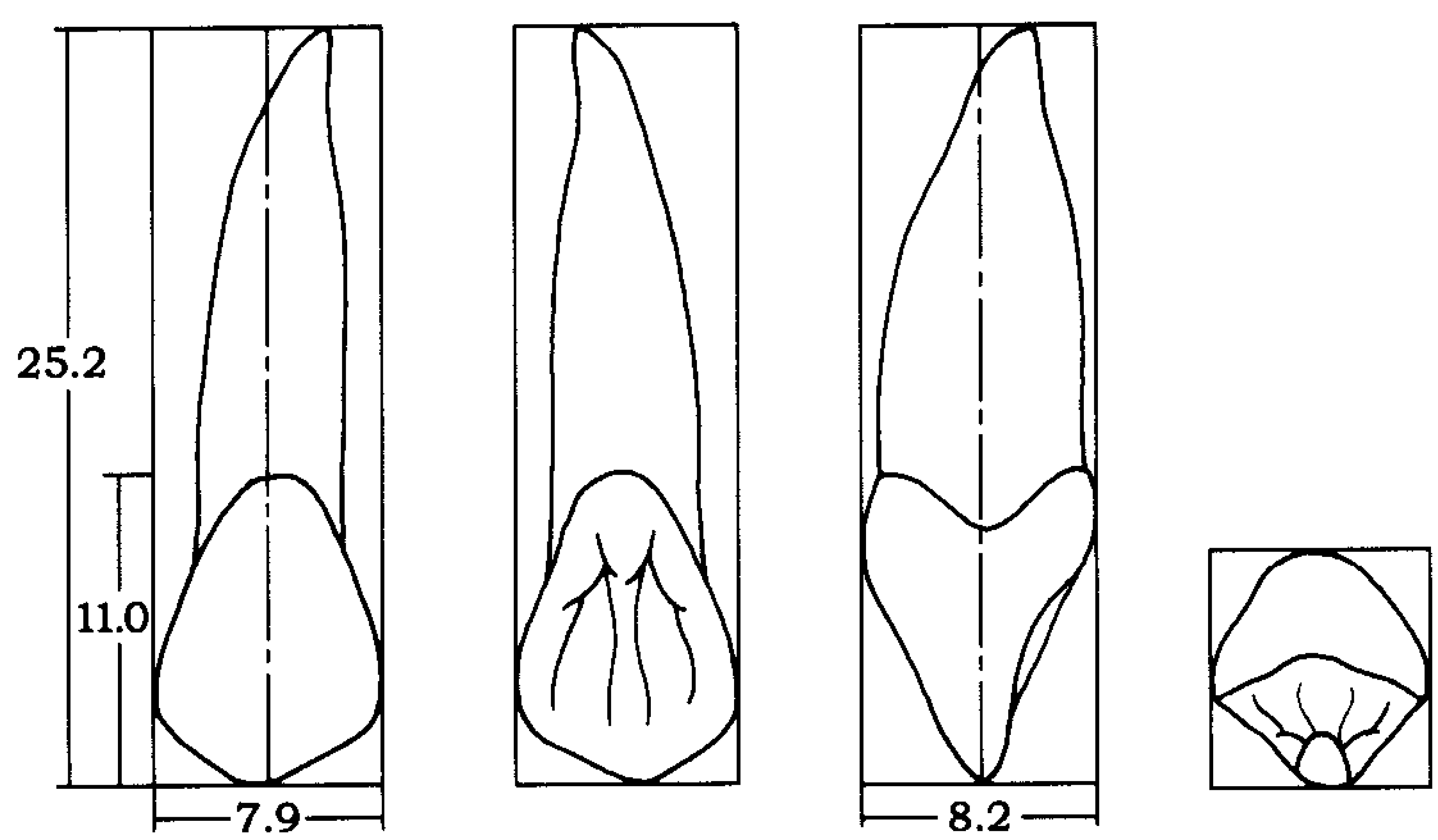
a



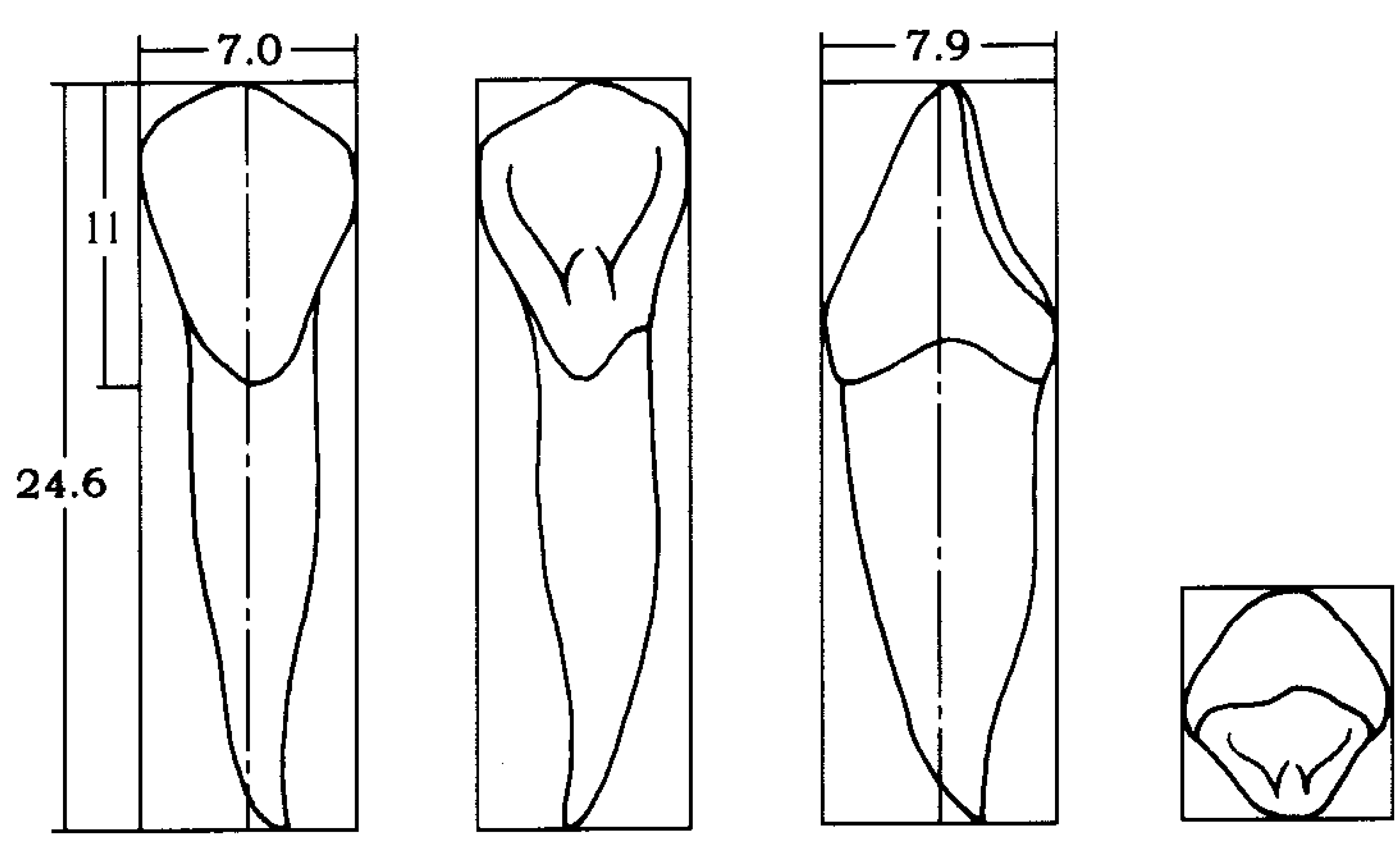
b

图 3-3　上、下颌侧切牙

a. 上颌侧切牙　b. 下颌侧切牙



a



b

图 3-4　上、下颌尖牙

a. 上颌尖牙　b. 下颌尖牙

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

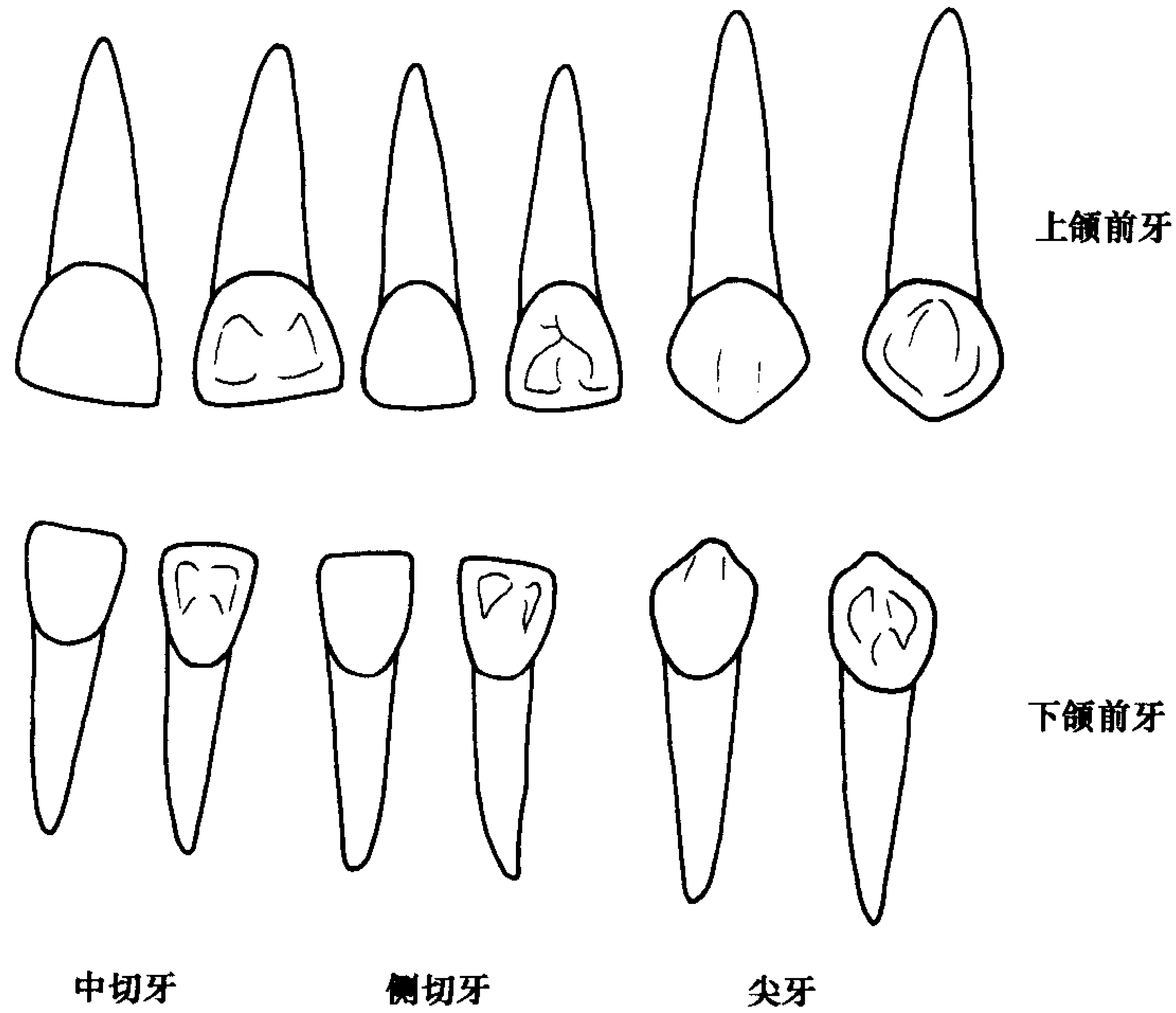


图 3-5　乳前牙牙体形态

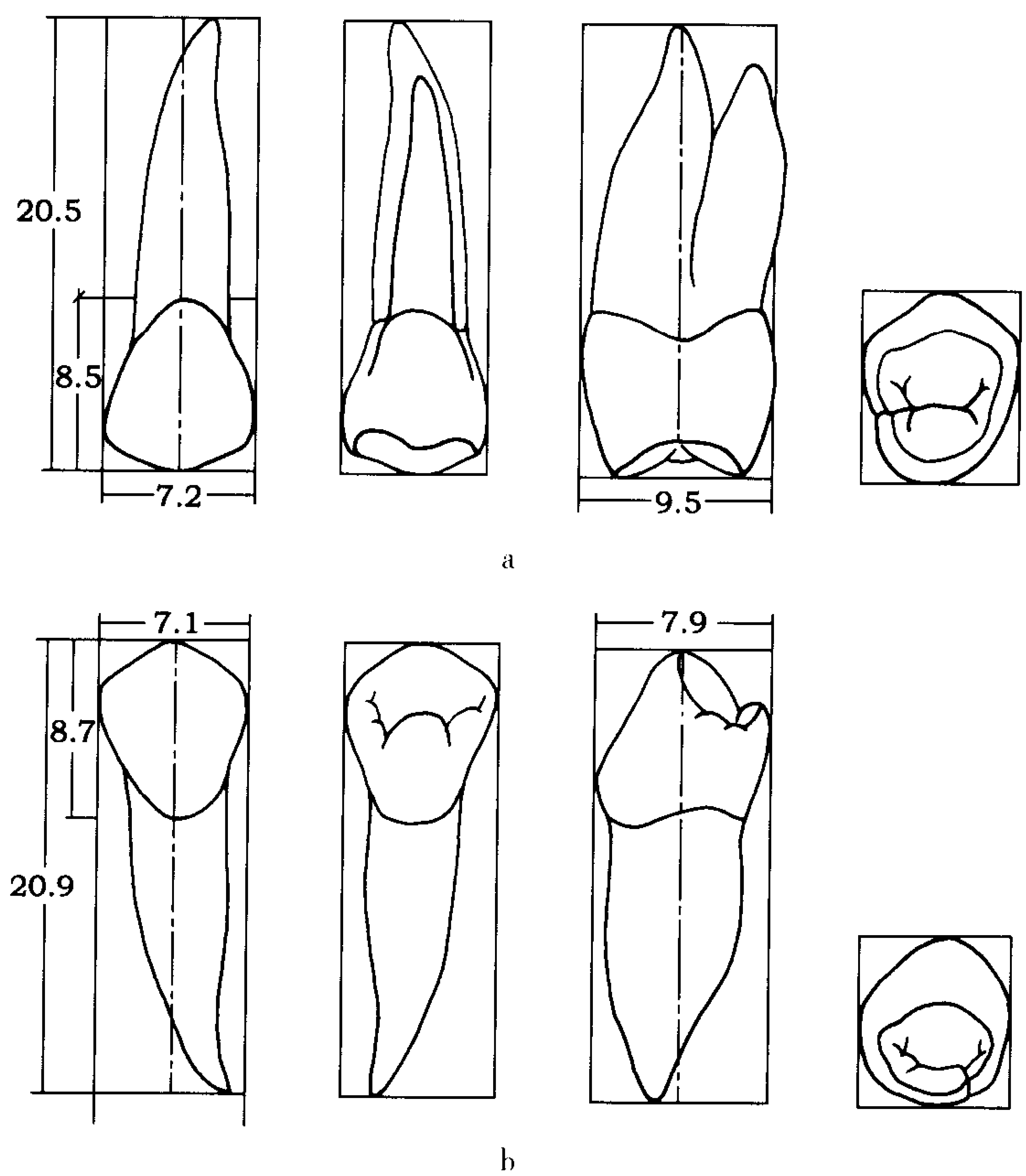


图 3-6　上、下颌第一前磨牙的牙体形态

a. 上颌第一前磨牙　b. 下颌第一前磨牙

二、前　磨　牙

人恒前磨牙 8 个，上、下颌各 4 个，位于尖牙与磨牙之间，靠近尖牙的称为第一前磨牙，靠近磨牙的称为第二前磨牙（图 3-6）。前磨牙的牙根多呈扁形单根，上颌前磨牙有半数在牙根的中部或根尖 1/3 处分为颊舌 2 个扁根（图 3-7）。

乳牙没有前磨牙。

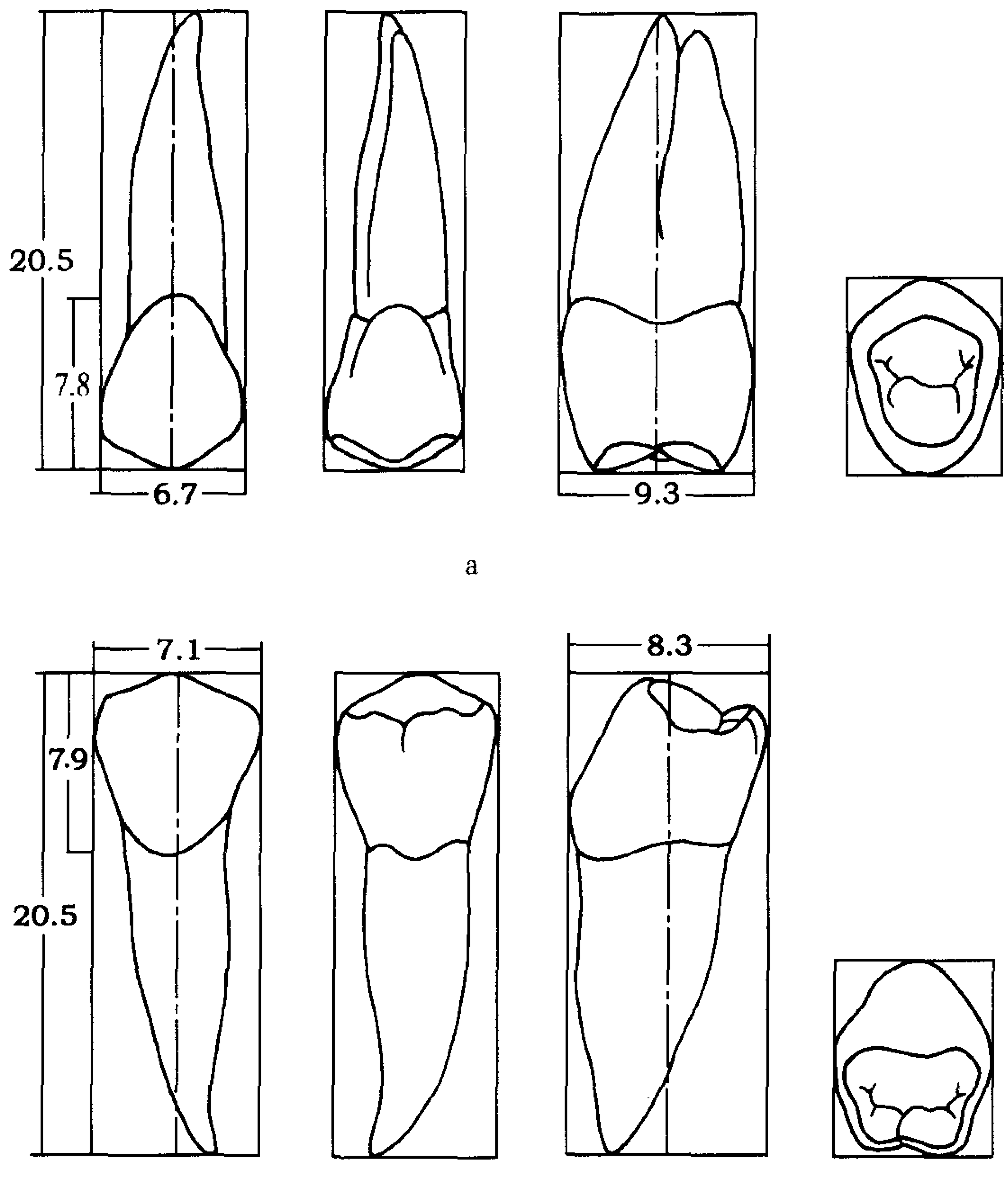


图 3-7　上、下颌第二前磨牙的牙体形态

a. 上颌第二前磨牙　b. 下颌第二前磨牙

三、磨　　牙

人恒磨牙 12 个，上下颌每侧各 3 个，靠近前磨牙的称为第一磨牙，依次为第二磨牙、第三磨牙，牙体形态也依次变小。磨牙是承受主要咀嚼功能的牙齿，一般有 2~3 个牙根，颊侧 2 个牙根，舌侧 1~2 个牙根（图 3-8、图 3-9）。

乳磨牙 8 个，靠近乳尖牙的称为第一乳磨牙，依次为第二乳磨牙，上、下颌各 4 个。乳磨牙牙根细长，上颌乳磨牙多为 3 个牙根（图 3-10），下颌乳磨牙有近中、远中 2 个牙根，牙根向外张开（图 3-11）。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

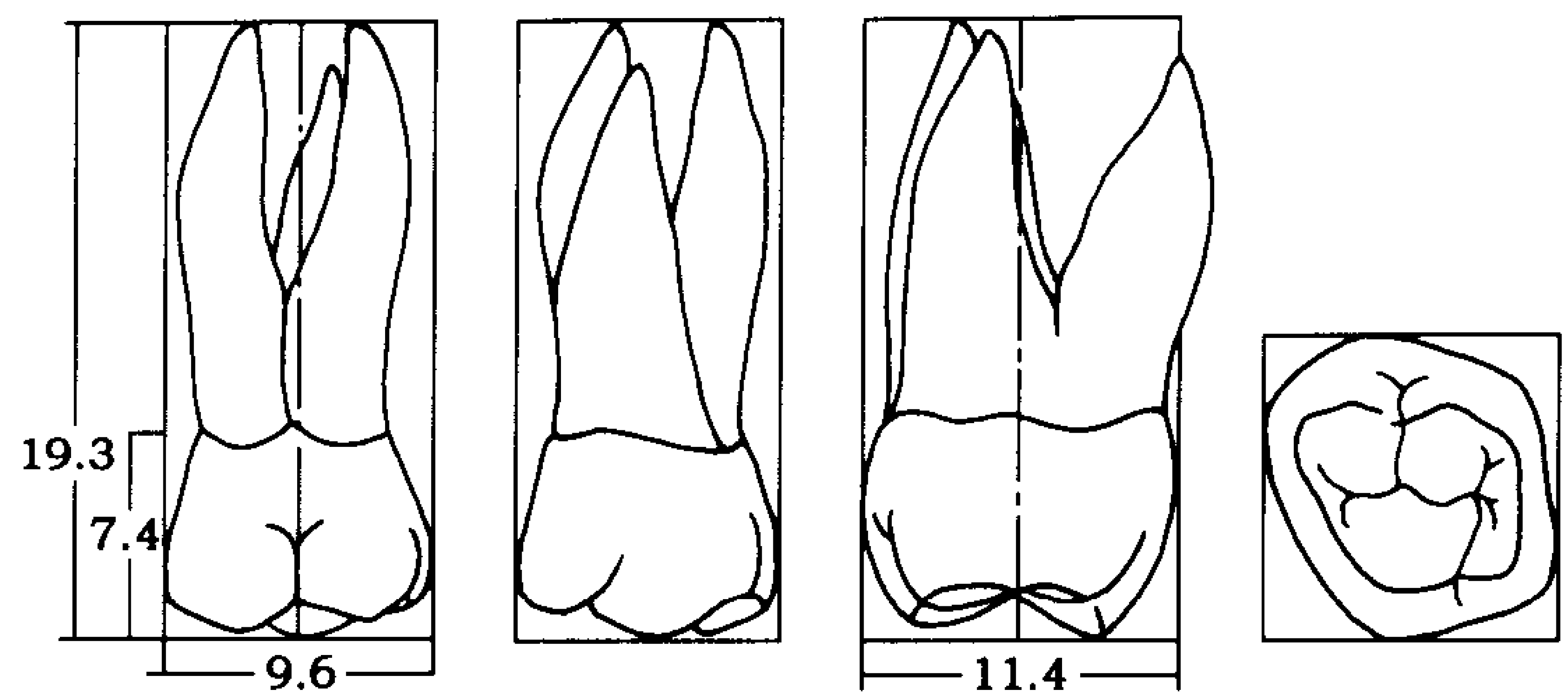


图 3-8　上颌第二磨牙

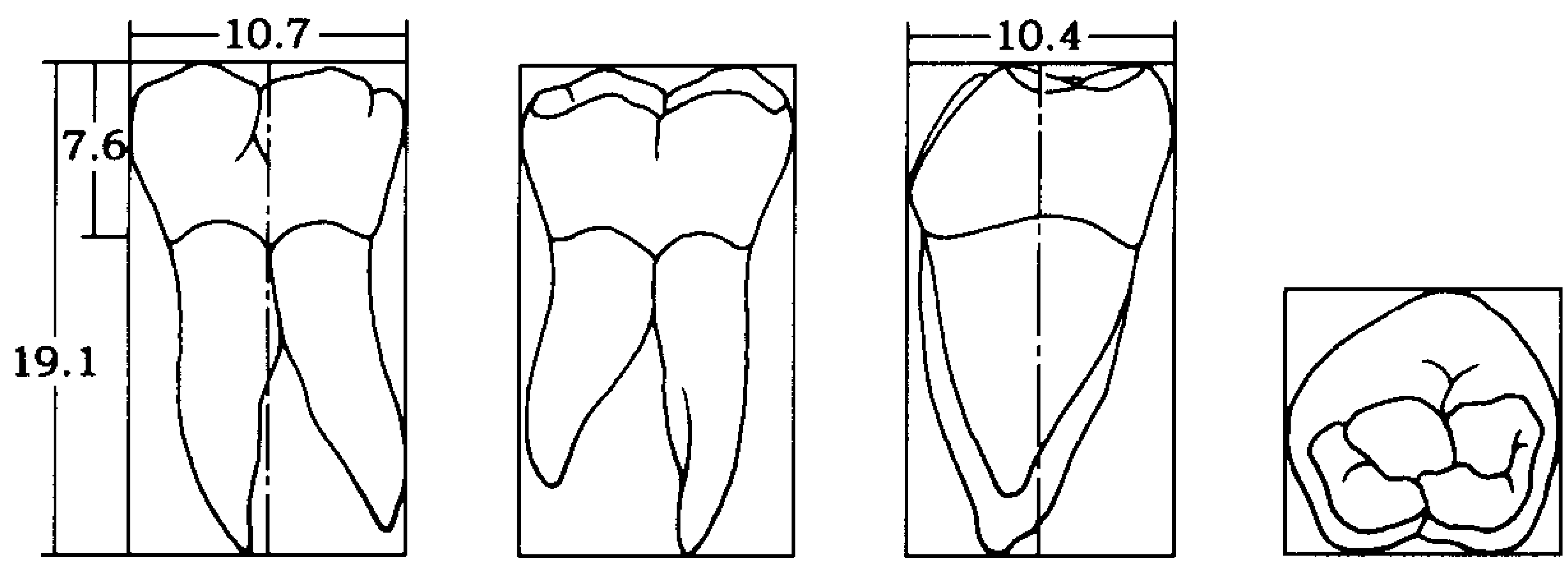
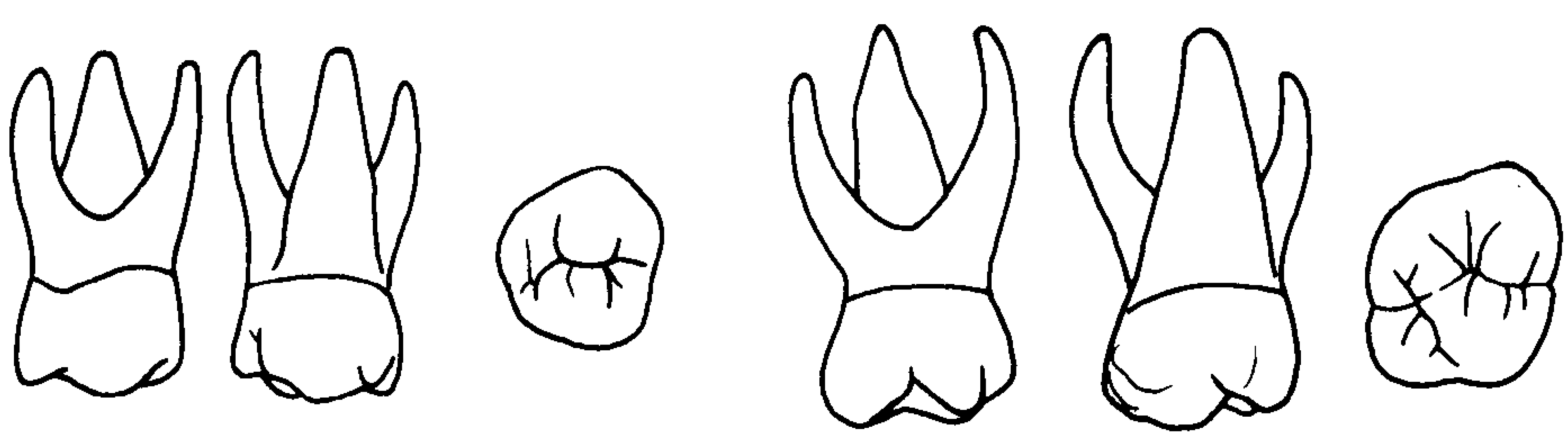
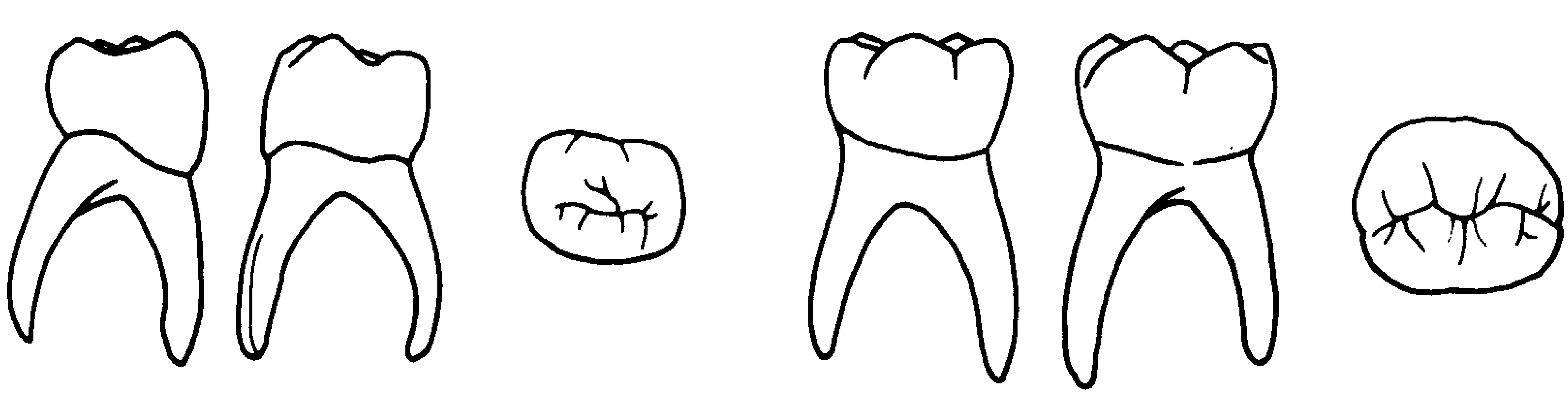


图 3-9　下颌第二磨牙



第一乳磨牙　　第二乳磨牙

图 3-10　上颌乳磨牙



第一乳磨牙　　第二乳磨牙

图 3-11　下颌乳磨牙

第二节　髓腔解剖学

牙髓腔又称髓腔，位于牙体中间，周围被牙本质包被，髓腔内充满牙髓组织，包括血管、神经、淋巴，通过根尖孔与牙齿周围组织联系（图 3-12）。

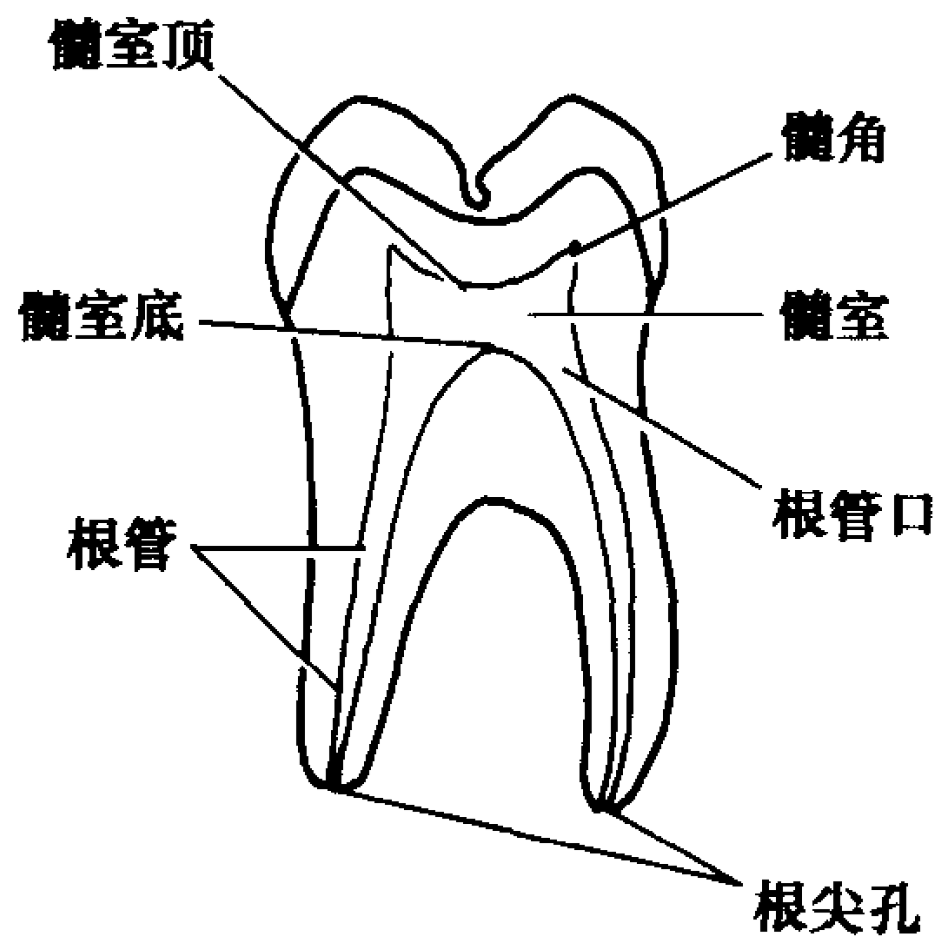


图 3-12　髓腔形态

髓腔包括髓室、髓室顶、髓室壁、髓角和根管口四部分。位于牙冠内的髓腔称髓室，形态与牙冠外形相似。髓腔有 6 个髓室壁，是与咬合面或切嵴相对应的髓室壁为髓室顶，与髓室顶相对应的髓室壁是髓室底。髓角是髓室深入到牙尖突出部分，呈角形，髓角的形态、位置都与牙尖的高度有关。

髓腔的形态随着年龄的增长，继发性牙本质的不断形成和沉积，髓腔变小，根管变细，甚至封闭。

一、前 牙 髓 腔

前牙均为单根牙，髓腔形态与牙体外形基本一致，髓腔较大，髓腔与根管之间无明显的界限。上颌切牙髓腔近远中呈三角形，横剖面呈圆三角形。下颌切牙的髓腔较小，呈狭长三角形（图 3-13）。尖牙髓腔的特点是唇舌径大于近远中径（图 3-14）。

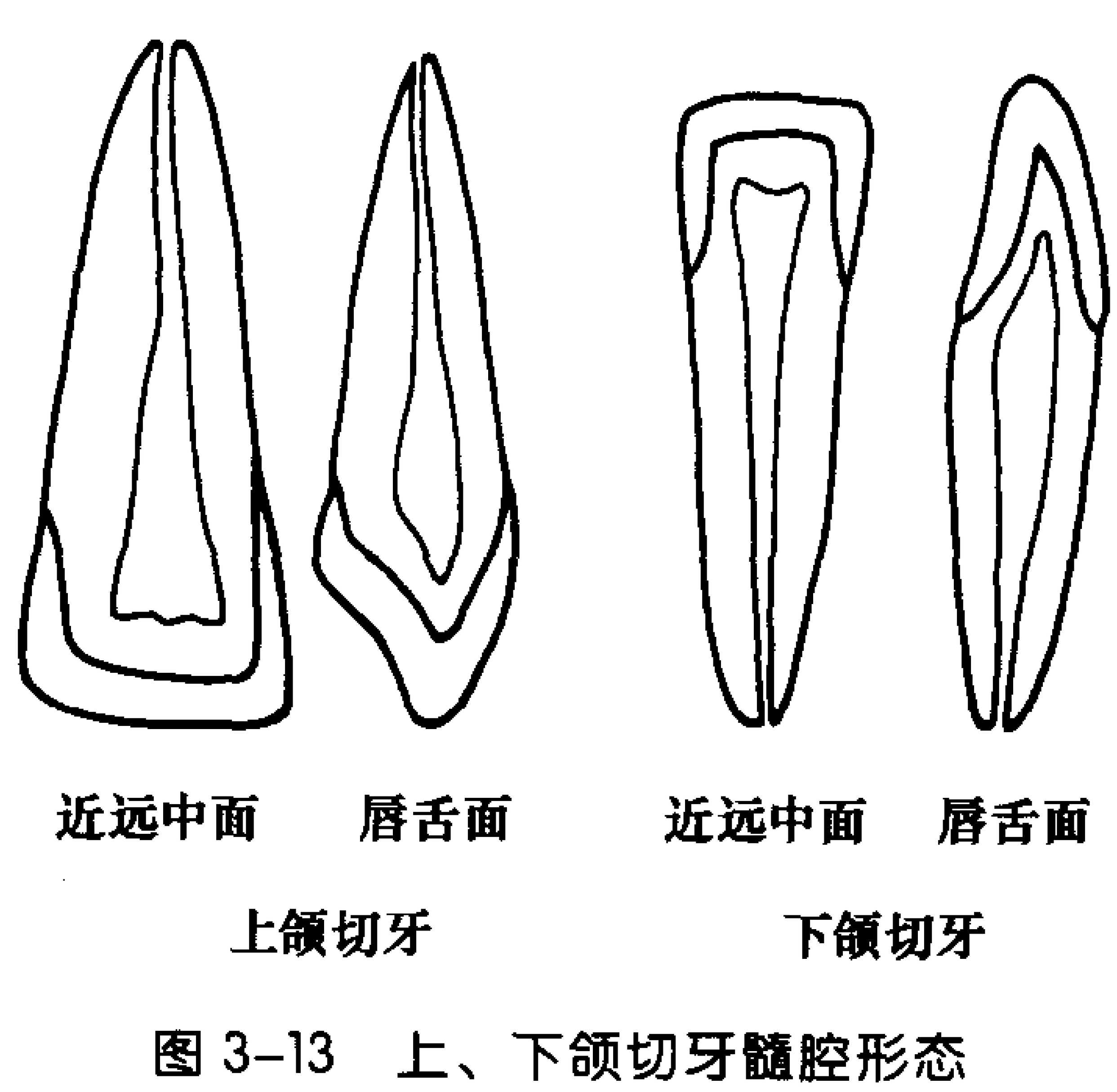


图 3-13　上、下颌切牙髓腔形态

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

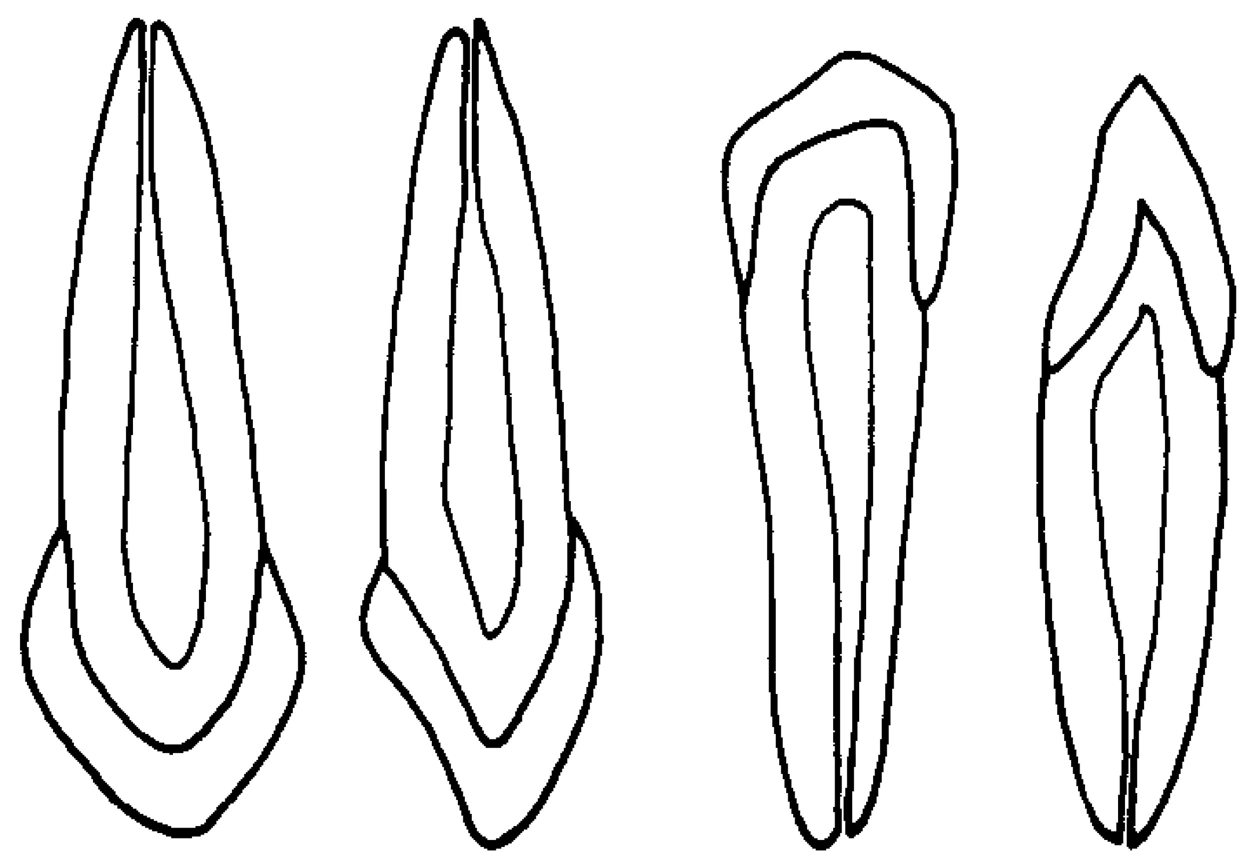


图 3-14　上、下颌尖牙髓腔形态

二、前磨牙髓腔

前磨牙的髓腔颊舌径大于近远中径，呈长立方形，髓角分别突入颊尖和舌尖，颊侧髓角高于舌侧髓角（图 3-15）。

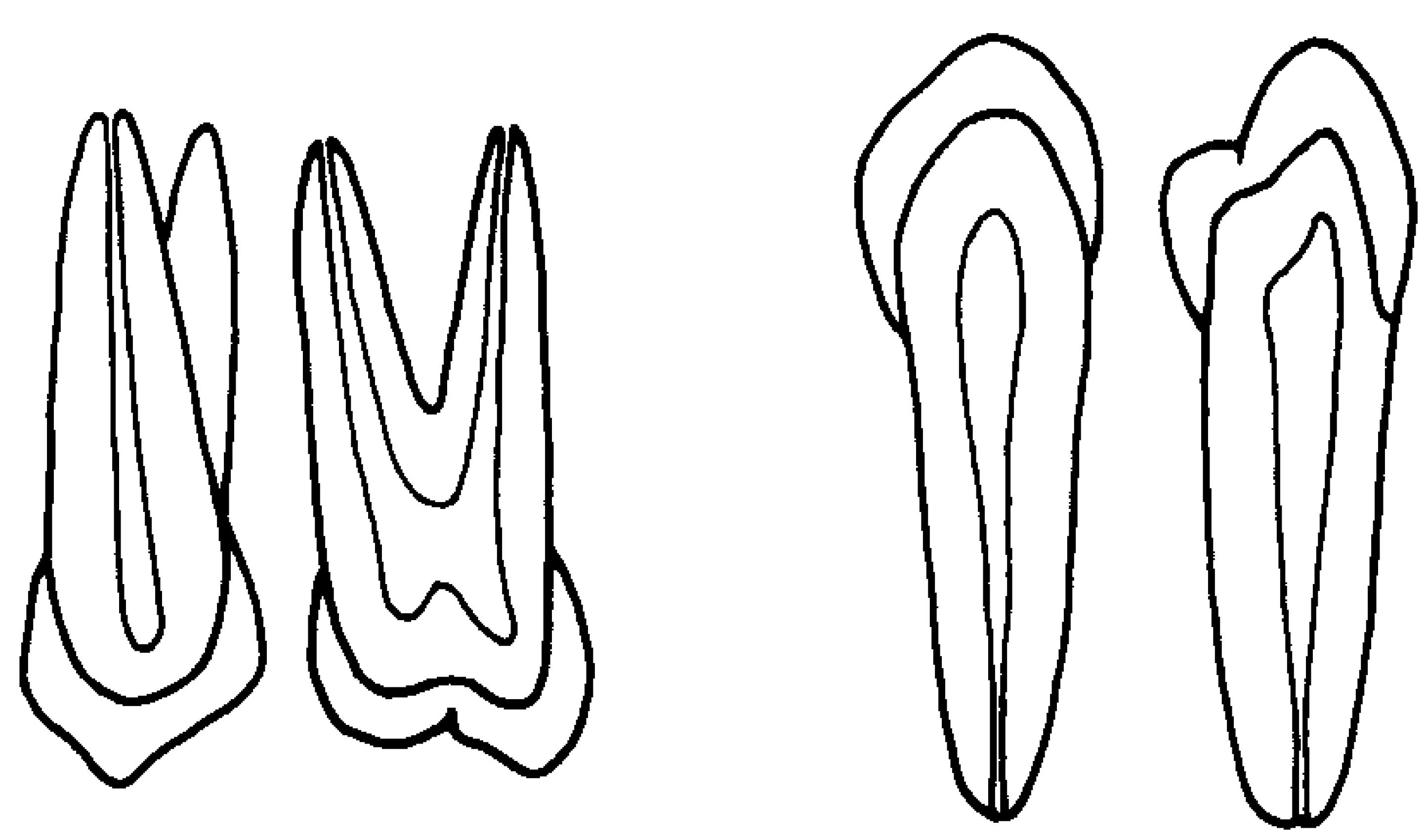


图 3-15　前磨牙的髓腔形态

三、磨 牙 髓 腔

磨牙的髓腔呈立方形，有近远中、颊舌四个髓角，髓室顶为凹形，最凹处与牙齿的

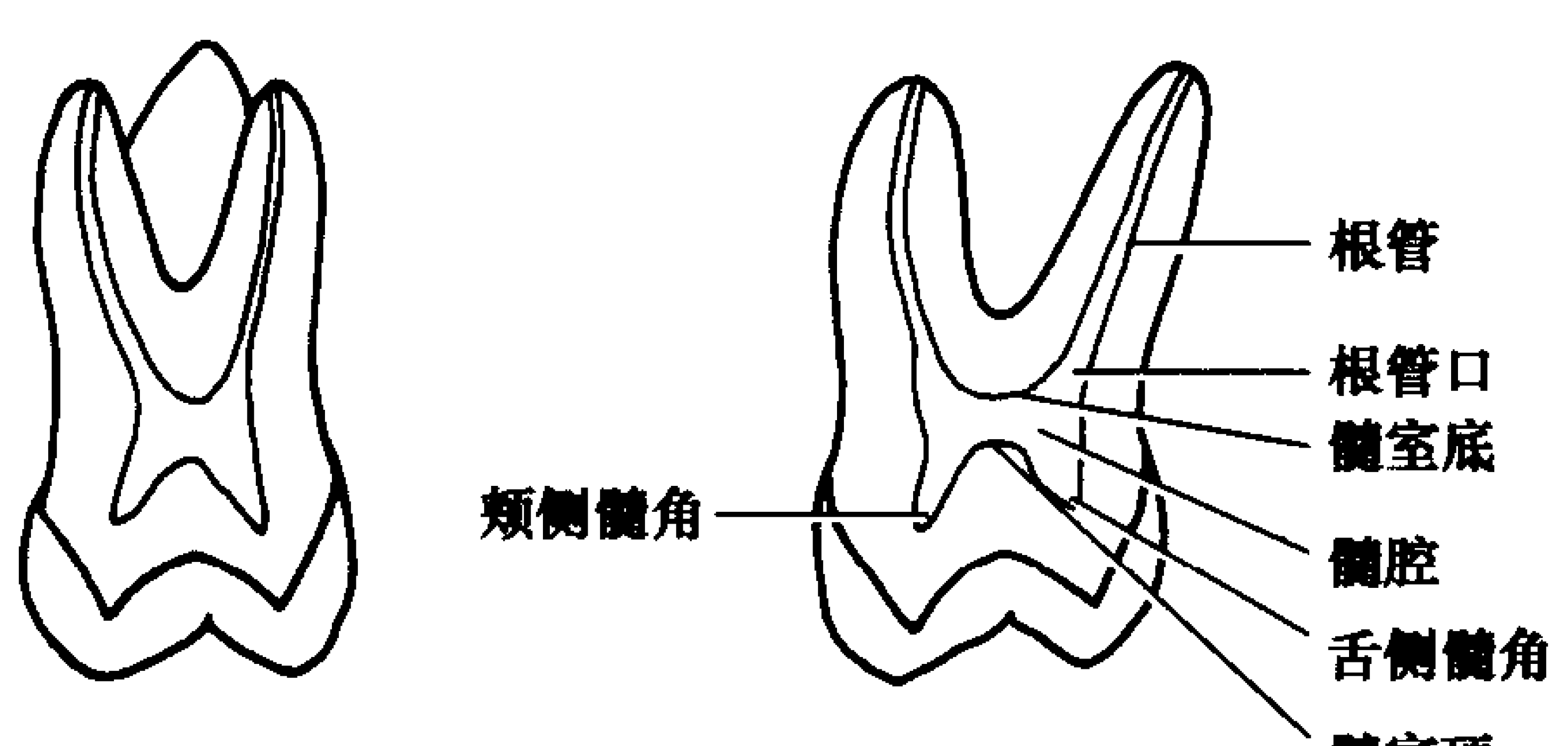


图 3-16　上颌磨牙髓腔形态

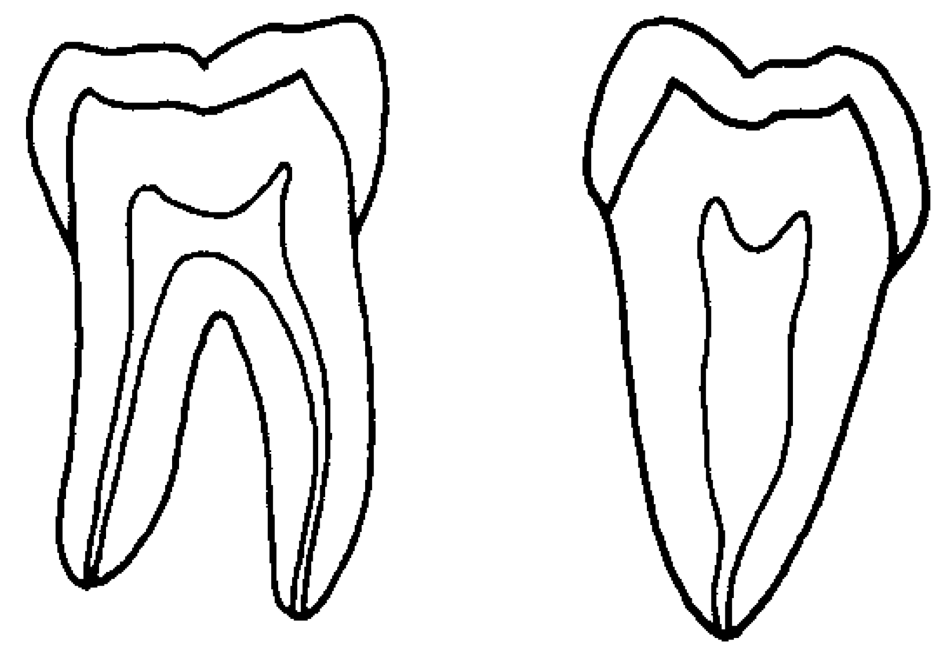


图 3-17 下颌磨牙髓腔形态

颈缘平齐（图 3-16、3-17）。

四、乳 牙 髓 腔

乳牙髓腔形态与乳牙的外形相似，特点是髓腔大、髓角高、髓壁薄（图 3-18）。

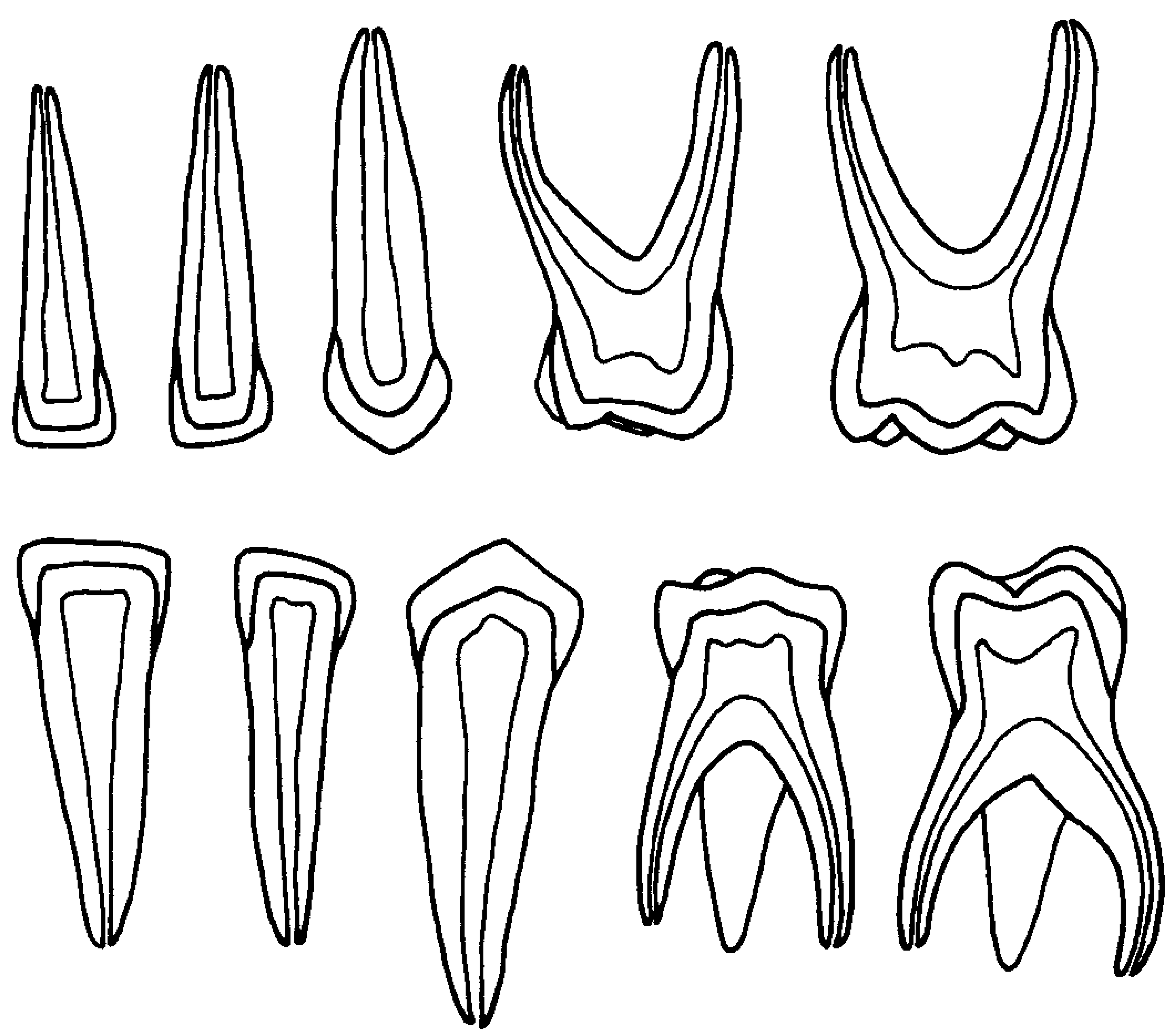


图 3-18 乳牙髓腔

第三节 根 管 形 态

牙根的数目、形态决定了根管的形态、数目、大小、弯曲度和变异度。根管解剖学极为复杂，形态多样（图 3-19）。

一、前 牙

上切牙、下切牙、上尖牙、下尖牙均为单根管牙。一般情况根管较粗大，无明显弯曲。如上中切牙，其近、远中向切面可见近、远中髓角突出，而唇、舌向切面可见髓腔

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

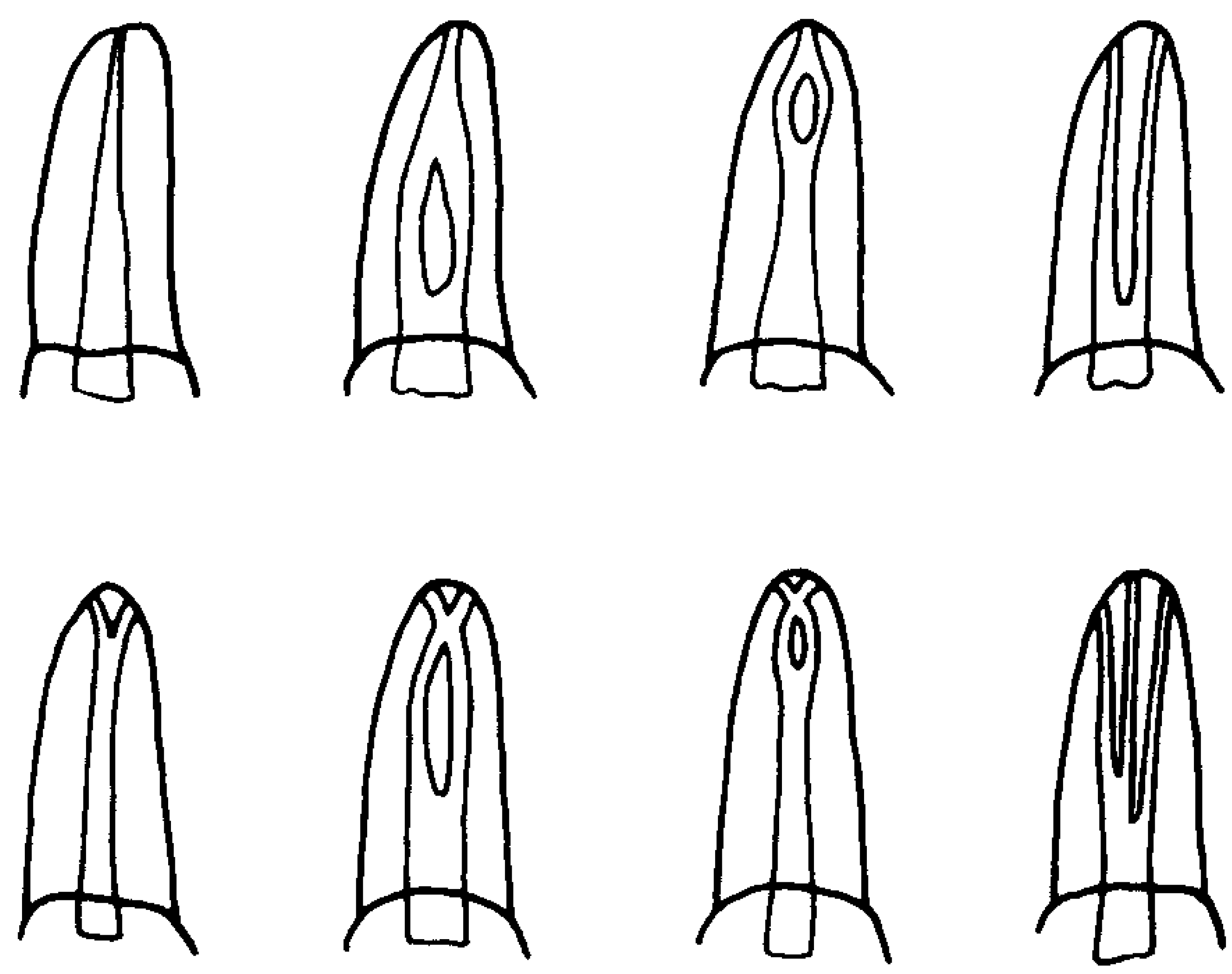
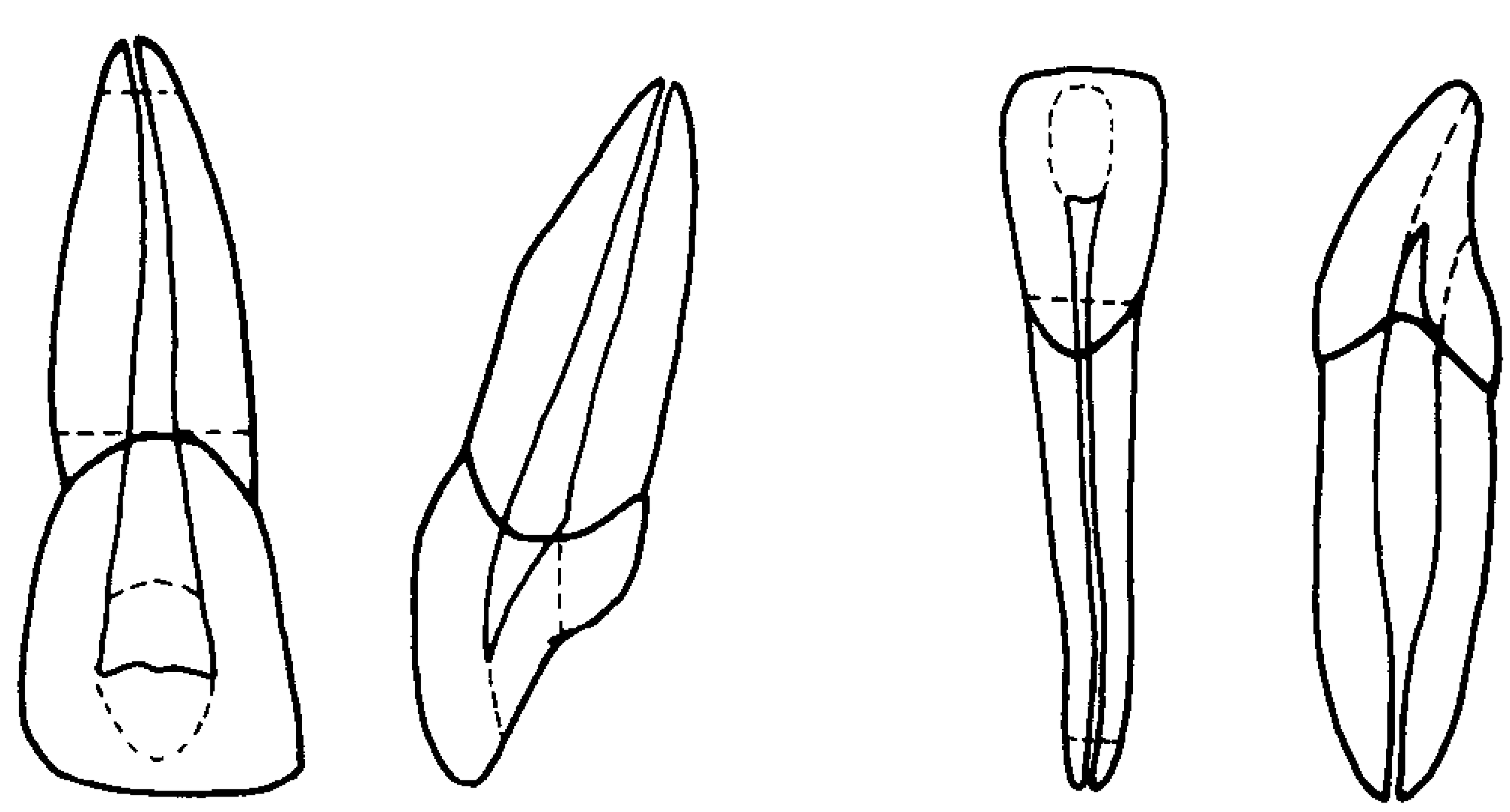


图 3-19　根管形态

膨大部分在近舌隆突处。开髓时，必须使近、远中髓角充分暴露，窝洞和根管相连成一近直线的通路。根管的横剖面呈圆三角形、椭圆形，开髓的窝洞形态也要成与其相应的椭圆形（图 3-20）。



上颌　　　　下颌

图 3-20　上、下颌切牙根管形态

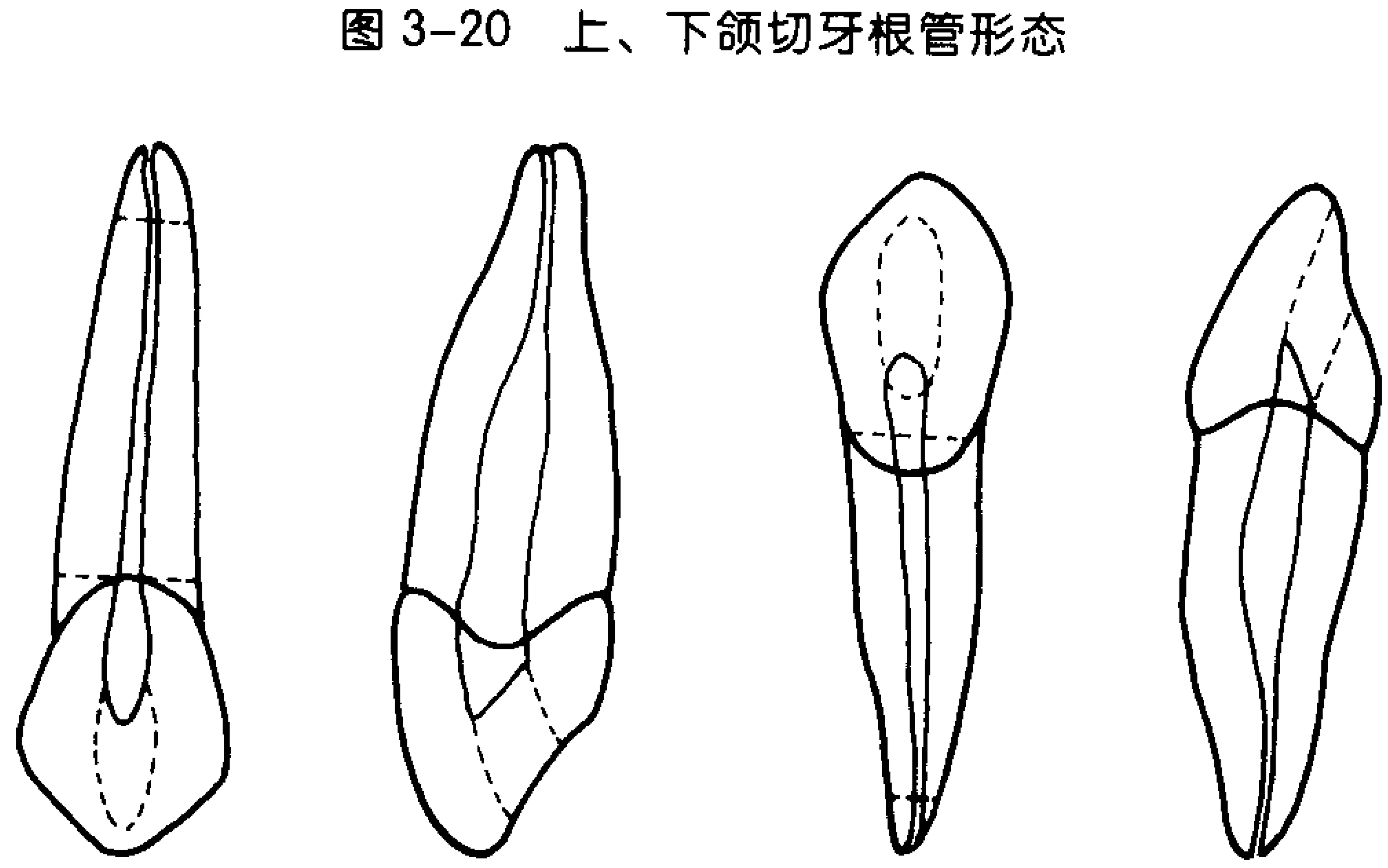


图 3-21　上、下颌尖牙根管形态

上切牙、下切牙、上尖牙、下尖牙的形态，都与中切牙相似，下切牙的体积较小，牙根的近、远中径窄，为扁根；开髓时，注意窝洞的形态和进入根管的方向，应避免由近中或远中侧壁穿孔（图 3-21）。上尖牙、下尖牙舌面有舌嵴，将舌侧窝分为近中、远中两部分，因而开髓的窝洞也正好通过舌嵴。

二、前 磨 牙

前磨牙的近、远中径向颈部缩窄，即其近、远中径在骀面宽，在颈部窄；颊、舌尖内有细而突起的髓角，在充填备洞时，此处最易穿髓。根管在牙颈部的横断面为极细长的椭圆形，有时呈哑铃状。牙根极扁；上颌第一前磨牙牙根多分为颊、舌二根，但分歧部位比较接近根尖，不论是一个扁根或分为二根时，大多有两个根管，根管的分歧部位接近根尖（图 3-22）。上颌前磨牙的根管形态较为复杂，变异较多，开髓时要注意窝洞的形态与位置，应与颈部的断面相应，注意方向，尤其是位置不正的牙齿，要防止从近中、远中侧壁穿孔。

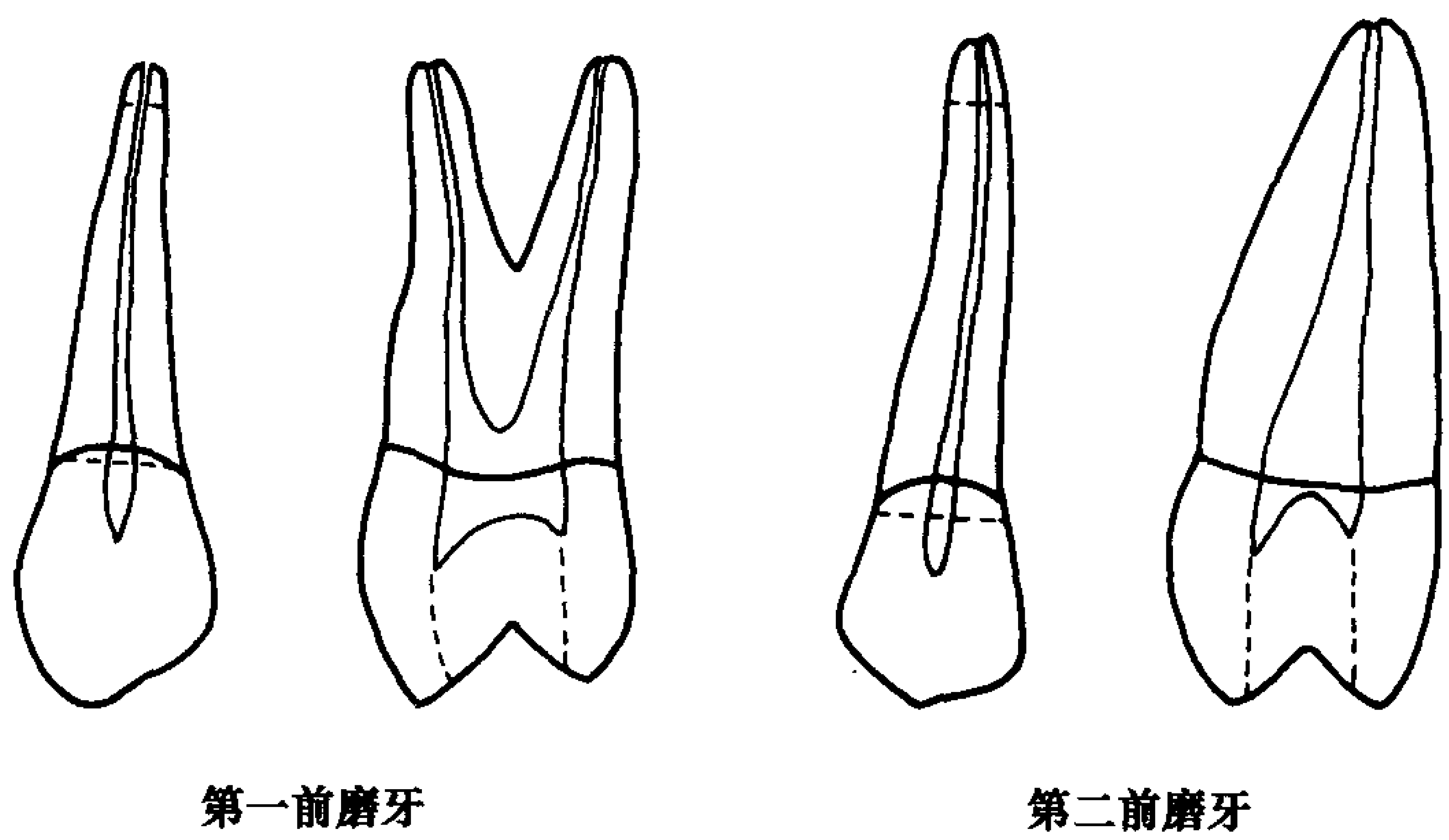


图 3-22　上颌前磨牙根管形态

下颌前磨牙多为单根牙（图 3-23），牙冠向舌侧倾斜，髓顶偏向颊尖处，因此，开髓时应偏向颊尖，避免髓腔或根管侧穿。

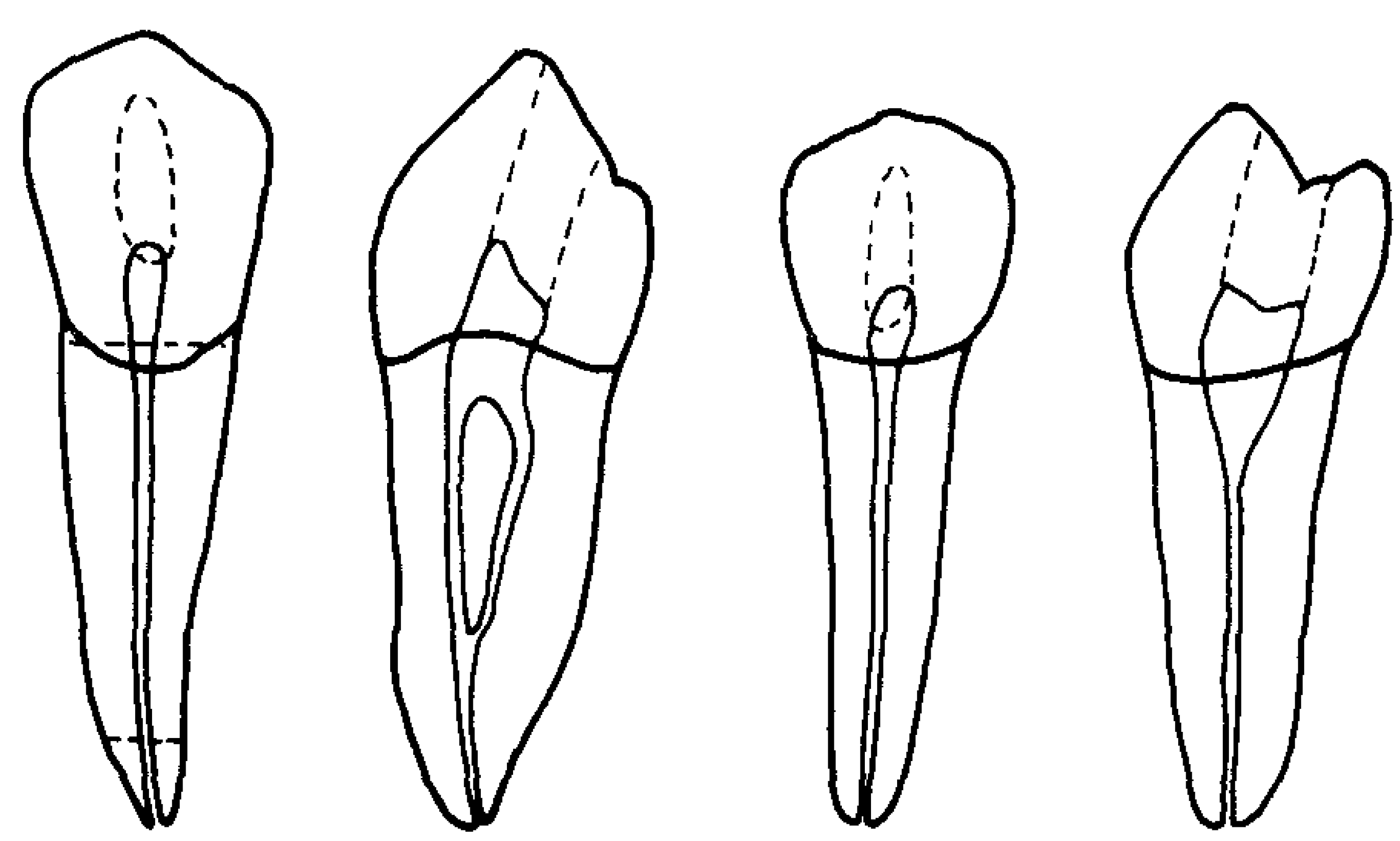


图 3-23　下颌前磨牙的根管形态

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

三、上颌磨牙

上颌磨牙有三个根，每个根内有一个根管，颊侧两根近中颊根和远中颊根，均较为细小；舌根及其根管则较粗大。上颌磨牙的形态特点，是𬌗面为方形或长方形，其中的髓角高而粗大；远中舌尖小，髓角不明显。从颈部的横断面可以看见三个根管口，排列成颊、舌径较长，近、远中径较短的长三角形。年龄越大者，其髓顶与髓底的距离也越近。开髓时窝洞的形状，应与颈部横断面的形态相应，为一略偏近中的颊、舌径较长的椭圆形（图 3-24）。

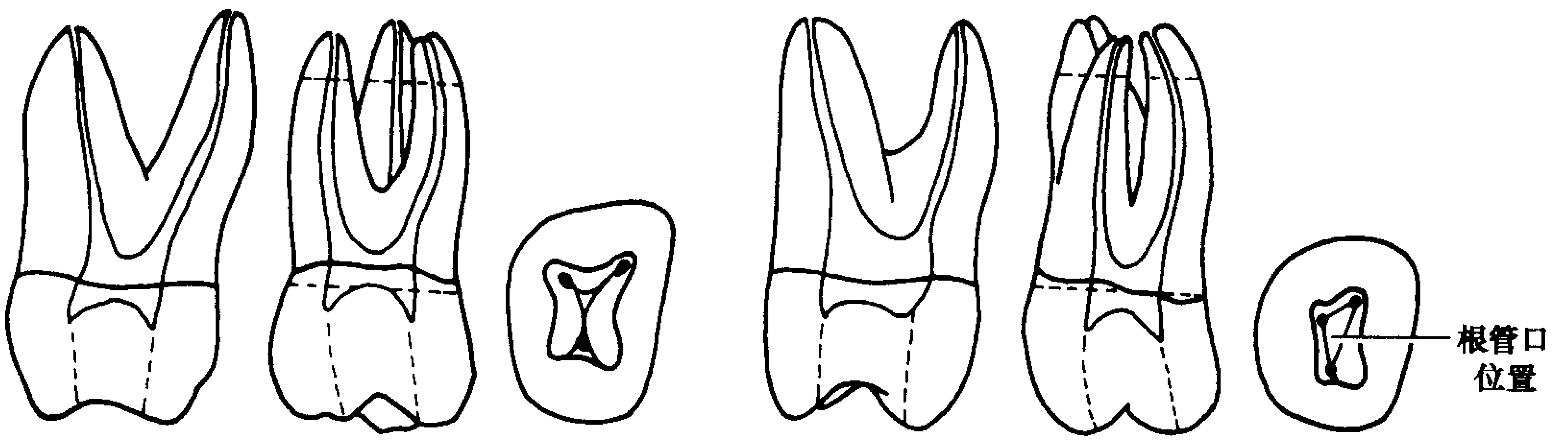


图 3-24 上颌磨牙根管形态及根管口位置

有时上颌第二磨牙颊侧二根融合为一较粗大的根，只有一个较粗大的颊侧根管。

四、下颌磨牙

为近中、远中两个根，近中根形态较扁，此根往往分为颊、舌两个根管；远中根则较粗，只有一个较粗大的根管。下颌磨牙牙冠较倾斜，因此，髓腔亦相对偏向颊侧。牙尖内髓角较高，与上颌磨牙相似，其髓顶与髓底的距离也随年龄的增长逐渐接近。因牙冠向舌侧倾斜，故开髓的部位应在𬌗面偏向颊尖的地方；若在中央，尤其是偏向舌侧时，往往造成舌壁薄弱，而易折断（图 3-25）。下颌第二磨牙有时两根在颊侧配合，根管亦相通连，根管断面呈马蹄形，有时易将两根管在颊侧相连处，误认为是髓底穿通，应当注意加以区别。

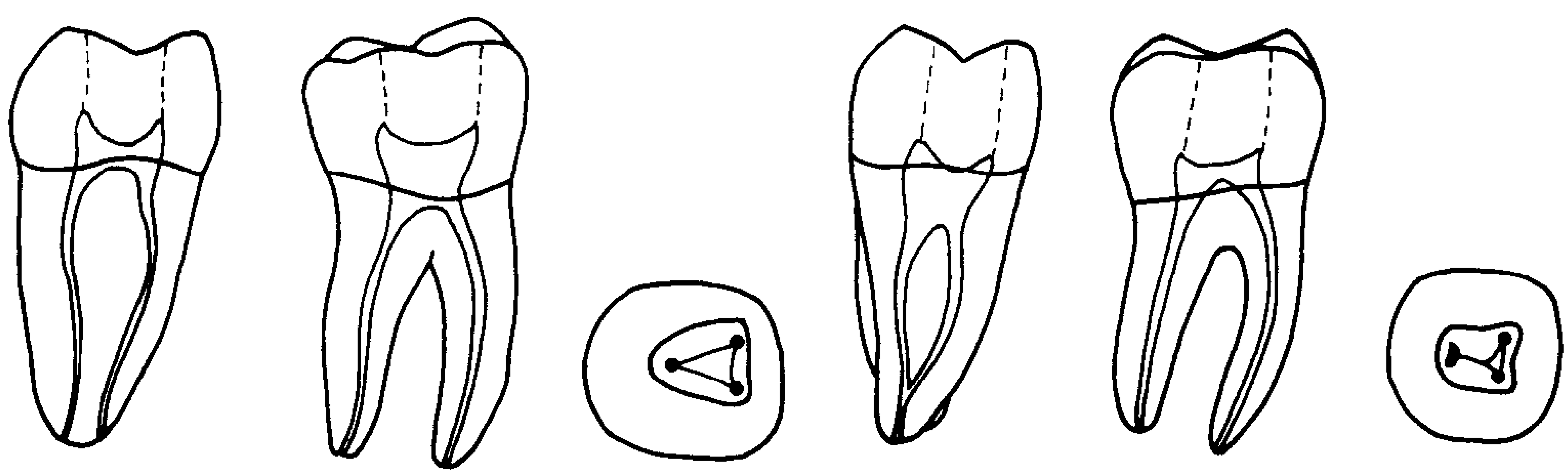


图 3-25 下颌磨牙根管形态及根管口位置

五、根管的特殊形态

磨牙根管的根管最为复杂，形态、数量、位置的变异性较大。除外，磨牙根管还有一些特殊结构。

1. 侧支根管　细小的根管分支与根管呈垂直贯穿牙本质、牙骨质，进入牙周，多位于根管的根尖 1/3 处。

2. 管间吻合　两个单根管通过细小的交通支连接起来，多见双根管牙的根中 1/3 处。

3. 根尖分歧、根尖分支　在前磨牙和磨牙的根尖区，常有一些由根管分出的细小分支通向牙周组织（图 3-26）。

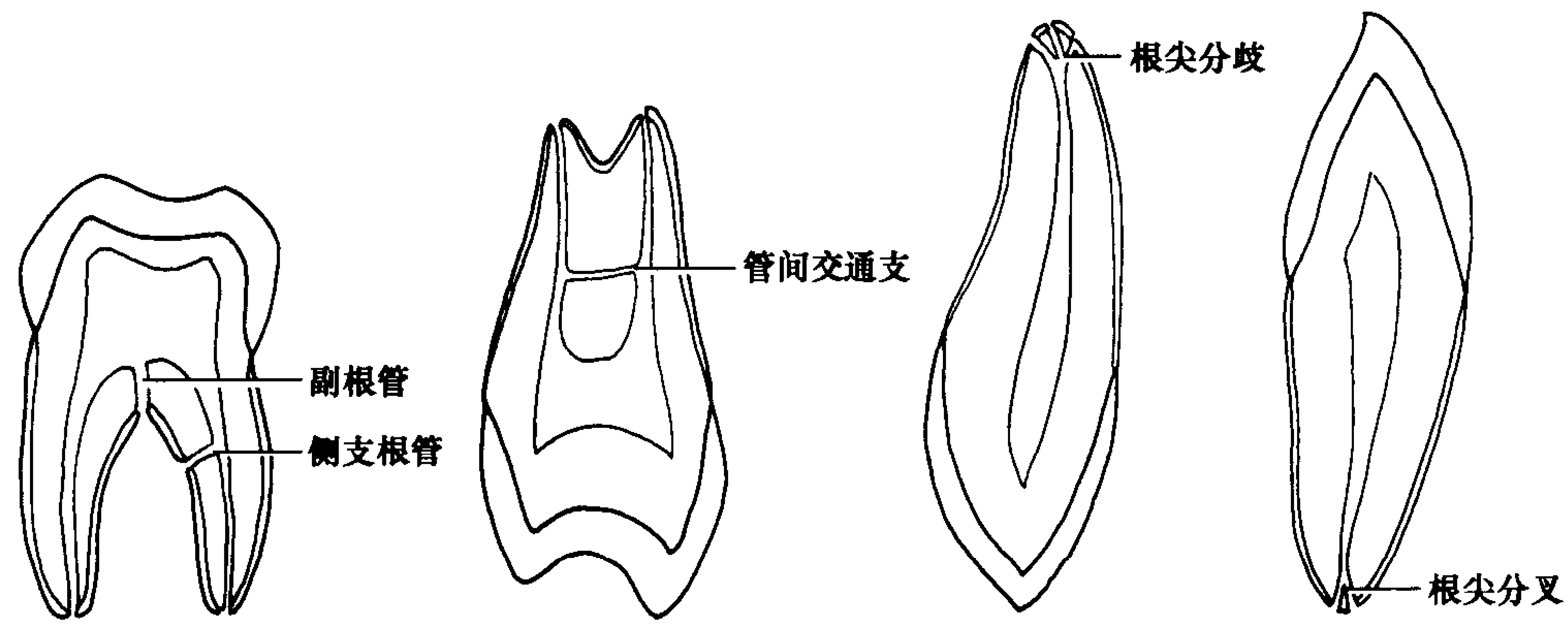


图 3-26　根管的特殊形态

六、根尖孔解剖

根尖孔是根管的末端，是连接牙髓与外界的惟一通道，髓腔内的血管、神经、淋巴等均通过根尖孔与牙周组织联系。根尖孔的位置一般是在根尖最末端 0.2~2.0mm，又称解剖学根尖孔。位于距解剖学根尖孔 0.5~1.0mm 狭窄区是根尖区牙本质与牙骨质的交接处，又称生理学根尖孔（图 3-27）。生理学根尖孔是根管治疗中根管修复材料的止点。

随着年龄的变化，根尖区牙体组织不断沉积，根尖孔的形态会发生改变，孔径变小

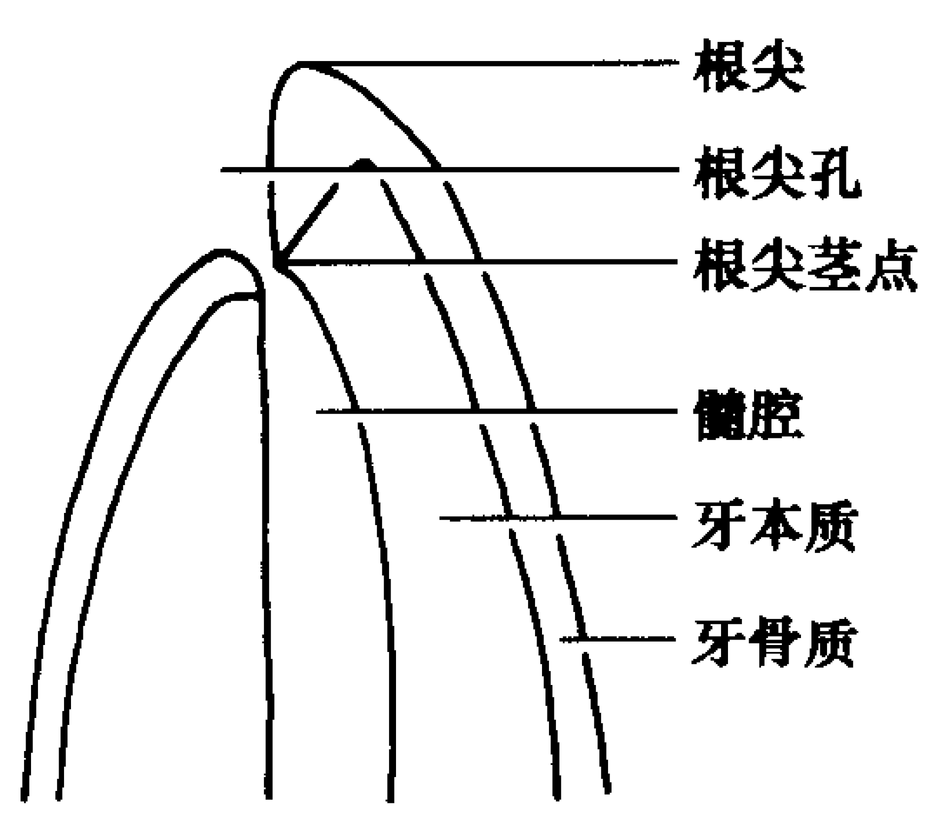


图 3-27　根尖孔解剖

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

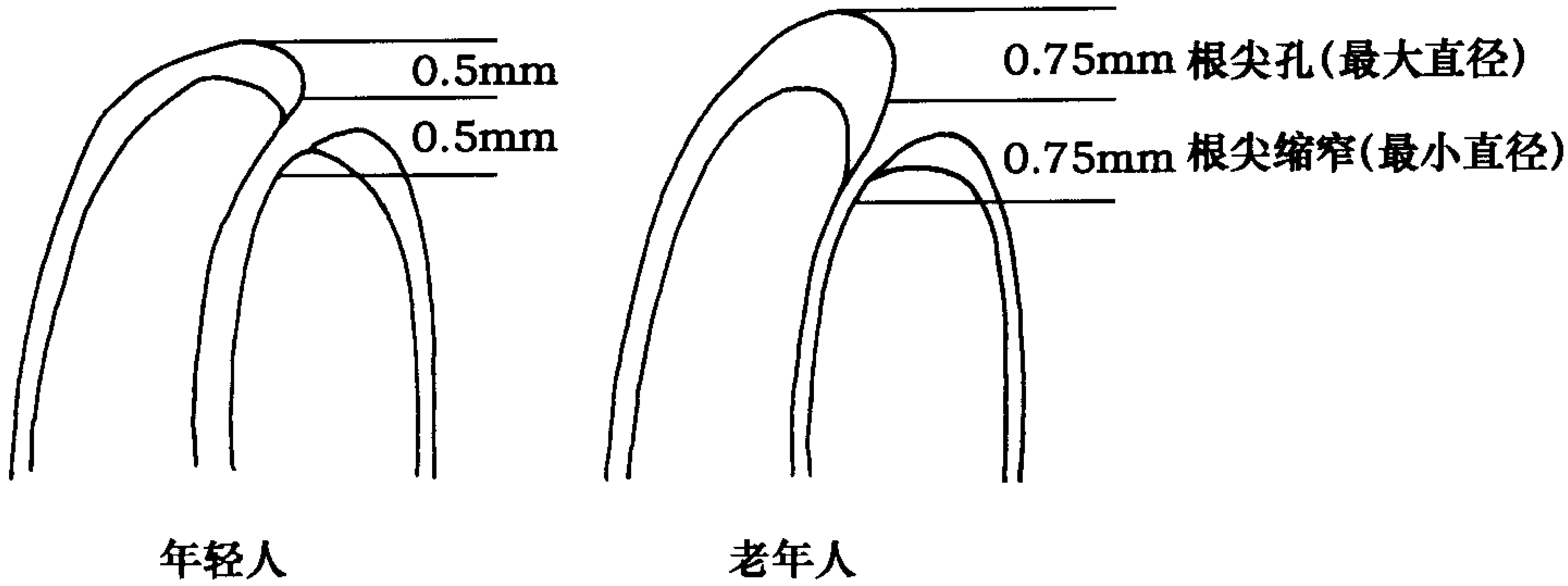


图 3-28　根尖孔的增龄性变化

变窄，位置也发生移位（图 3-28）。

第四节　临床牙位记录方法

牙体牙髓病治疗中准确记录牙位十分重要，临床上牙位多用符号来表示。

一、国际通用法

国际牙科联合会（Federation Dentaire Internation FDI）推荐使用的牙位记录方法。恒牙列，1 代表上颌右侧牙齿，2 代表上颌左侧牙齿，3 代表下颌左侧牙齿，4 代表下颌右侧牙齿。恒牙牙位记录：

18	17	16	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	26	27	28
48	47	46	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35	36	37	38

乳牙列，5 代表上颌右侧乳牙齿，6 代表上颌左侧乳牙齿，7 代表下颌左侧牙齿，8 代表下颌右侧牙齿。乳牙牙列记录：

55	54	53	52	51	61	62	63	64	65
85	84	83	82	81	71	72	73	74	75

二、部位记录法

该方法是将上下颌牙列分为四个区，以“+”表示，横线代表上、下颌，竖线代表左右侧。┘为 A 区代表上颌右侧牙齿，└为 B 区代表上颌左侧牙齿，┐为 C 区代表下颌左侧牙齿，┌为 D 区代表下颌右侧牙齿。以阿拉伯数字代表恒牙，罗马数字表示乳牙。

恒牙记录法：

	上颌		
右侧	8 7 6 5 4 3 2 1	1 2 3 4 5 6 7 8	左侧
	8 7 6 5 4 3 2 1	1 2 3 4 5 6 7 8	
	下颌		

乳牙记录法：

	上颌		
右侧	Ⅴ Ⅳ Ⅲ Ⅱ Ⅰ	Ⅰ Ⅱ Ⅲ Ⅳ Ⅴ	左侧
	Ⅴ Ⅳ Ⅲ Ⅱ Ⅰ	Ⅰ Ⅱ Ⅲ Ⅳ Ⅴ	
	下颌		

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

第四章 牙体牙髓病治疗的生物学基础

临床上牙体牙髓病的成功治疗要求全面掌握牙齿解剖学和生物学，包括牙釉质、牙本质、牙髓、牙骨质以及牙龈、牙槽骨等根尖周组织。（图 4-1）

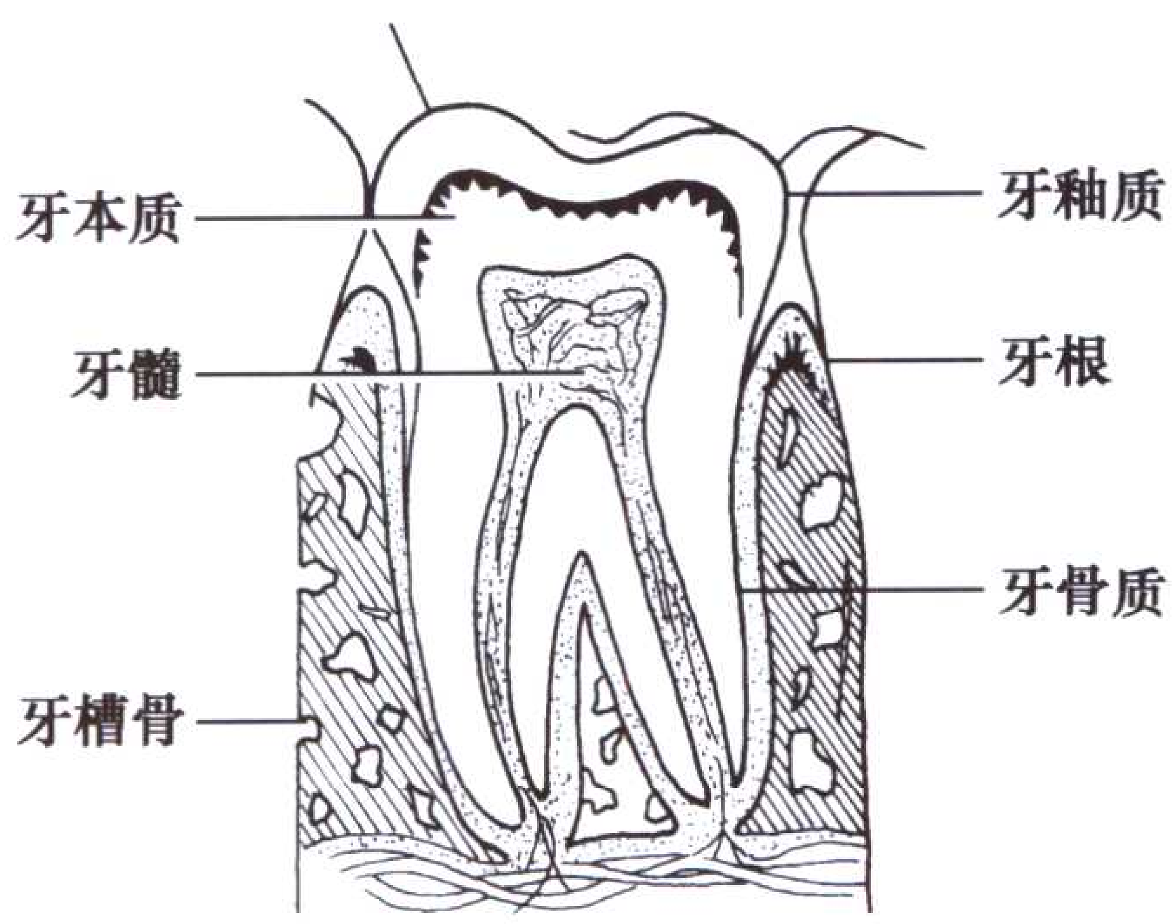


图 4-1　牙齿的结构

在牙体牙髓治疗中一旦造成对牙组织物理、化学、生物方面的损害，将导致治疗失败，如继发龋，病人的不适，甚至牙髓坏死，根尖周炎以及牙周炎等。因此在牙体牙髓治疗中，无论是修复材料、修复技术、修复的原理必须遵循其生物学基础，本章将从牙体组织的形态学和组织学出发，叙述与牙体牙髓病治疗相关的生物学基础。

第一节　牙　釉　质

牙釉质为牙齿提供了一个坚硬、耐用的外形，同时为牙本质、牙髓提供了一个保护罩。牙釉质的美观性来源于其颜色和外形，牙体修复常常选用合成材料如树脂、陶瓷来恢复釉质的颜色、质地、透光性、外形。虽然牙釉质可以终身维持，但其高度矿化的晶状结构和脆性易受酸蚀而脱矿，磨损、易发生折裂。与牙齿其他组织比较，除了矿化的动态过程，牙釉质是惟一可能完全恢复和替代的组织。

一、渗　透　性

牙釉质成分按重量比计算中无机物占 95%，有机物占重 4%，水占 1%，若按体积比计算，无机物占 86%，有机物占 2%，水占 12%。有机物主要位于羟磷灰石晶体间隙，以及开口于釉质表面的微孔中，这些微孔形成了连接口腔与牙髓、牙本质小管液的通道。当牙齿脱水时，如夜间睡眠口呼吸时，以及牙科治疗时用橡皮障将牙齿隔离时，

牙齿将会变成白垩色，当牙齿重新接触口腔中湿润环境时，颜色透光度又能恢复。各种液体、离子、低分子量分子，无论是损害性的、生理性、治疗性的，均能渗透入这种半通透性的牙釉质。因此，无论是酸引起的脱矿、龋病、氟摄入、沉积、活髓牙漂白、再矿化过程，均不仅仅局限于釉质表层，而是一个三维的立体过程。随着半通透性牙釉质在口腔环境中时间的延长，口腔环境中的部分成分可进入牙齿的矿化结构中，造成牙齿逐渐变色和抗龋力的提高。例如老年人牙齿变黄的原因可部分解释为口腔中的一些微量元素进入牙釉质而造成。同时随着牙膏中氟制剂的运用，表层的牙釉质中部分羟磷灰石将转变为更大、更稳定的氟羟磷灰石或氟磷灰石。因此，随着年龄的增加，釉质的颜色将加深，同时其酸溶解性，微孔体积、水含量、通透性均将下降。

二、晶体结构

牙釉质是高度矿化的上皮组织，在釉质的发育过程中，首先形成凝胶样有机质基质，此凝胶样基质部分被成釉质细胞消化，同时钙、磷将以羟磷灰石晶体的形成沉积在此凝胶样基质中，同时晶体逐渐变大，最终取代有机质基质。羟磷灰石晶体主要以 $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$ 形式存在，其离子、分子处于一种动态平衡中，外界的物质可以打破其稳定性，使其溶解性增加。全身用氟和表面氟制剂运用的目的就是通过这种动态的平衡，提高牙釉质的抗酸力。在成熟的牙釉质中，羟磷灰石晶体排列紧密，呈六角形，厚25~39nm，宽45~90nm，长度为釉质全层厚度，釉原蛋白和结合水包裹在晶体周围，形成晶体鞘。（图4-2）

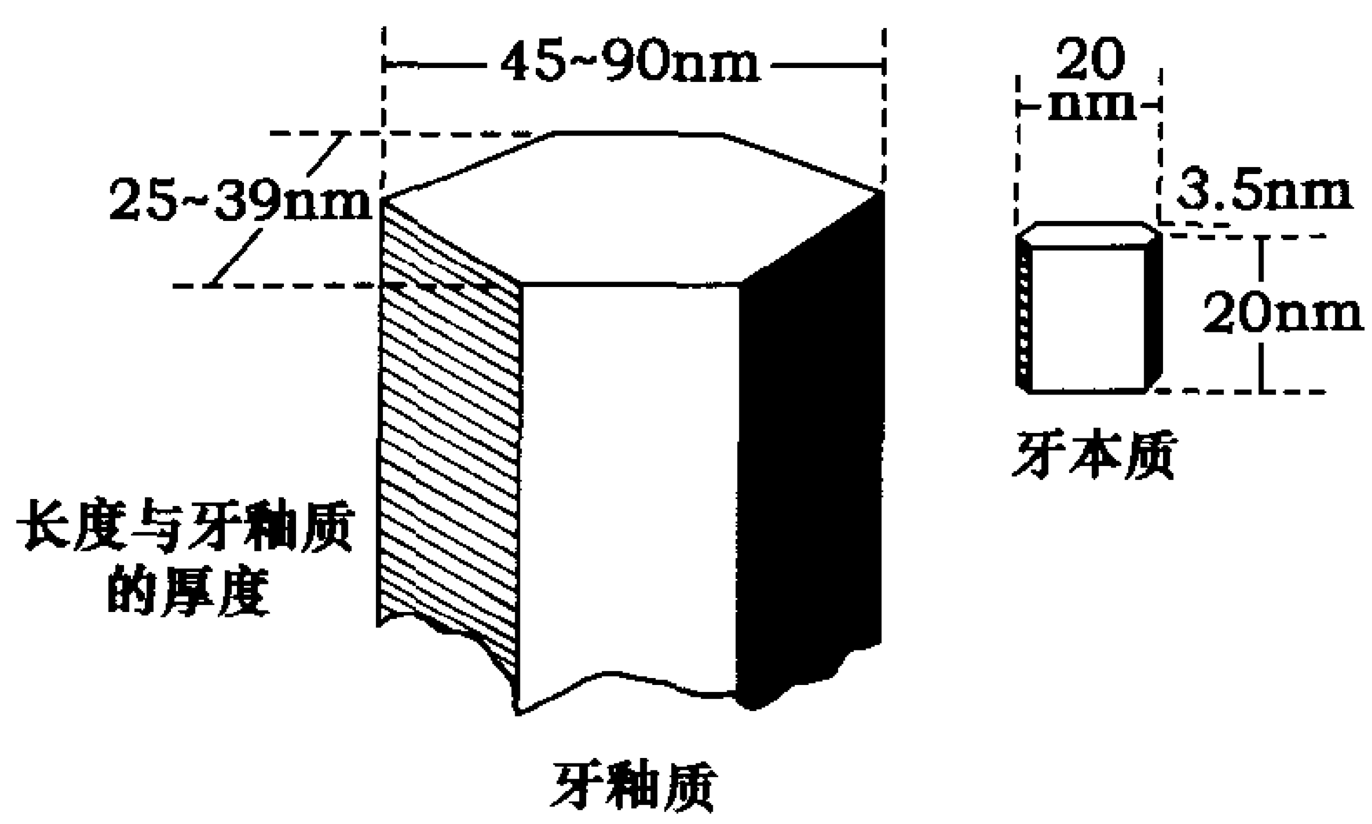


图4-2 羟磷灰石晶体示意图

由于羟磷灰石晶体在形成时垂直于成釉质细胞凹面外形，因此，从成釉质细胞中心到边缘，逐渐形成70°倾角，这种紧密排列羟磷灰石，重复的对称模式形成了牙釉质的基本结构——釉柱。

三、釉　　柱

釉柱呈匙孔状，有一个近乎圆形，较大的“体部”或“头部”和一个细的“尾部”。“体部”近殆面方向，“尾部”近牙颈方向。在“体部”的表面有一弧形清晰的周界称为柱鞘，每一个釉柱的“体部”紧密地插入邻近釉柱的“体部”和“尾部”的间隙中。在“体部”，其中晶体的排列是晶体的长轴与釉柱长轴平行，但在移向尾部时，晶体逐渐偏离釉柱长轴，至“尾部”时，则与釉柱呈65°~70°角。（图4-3）

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

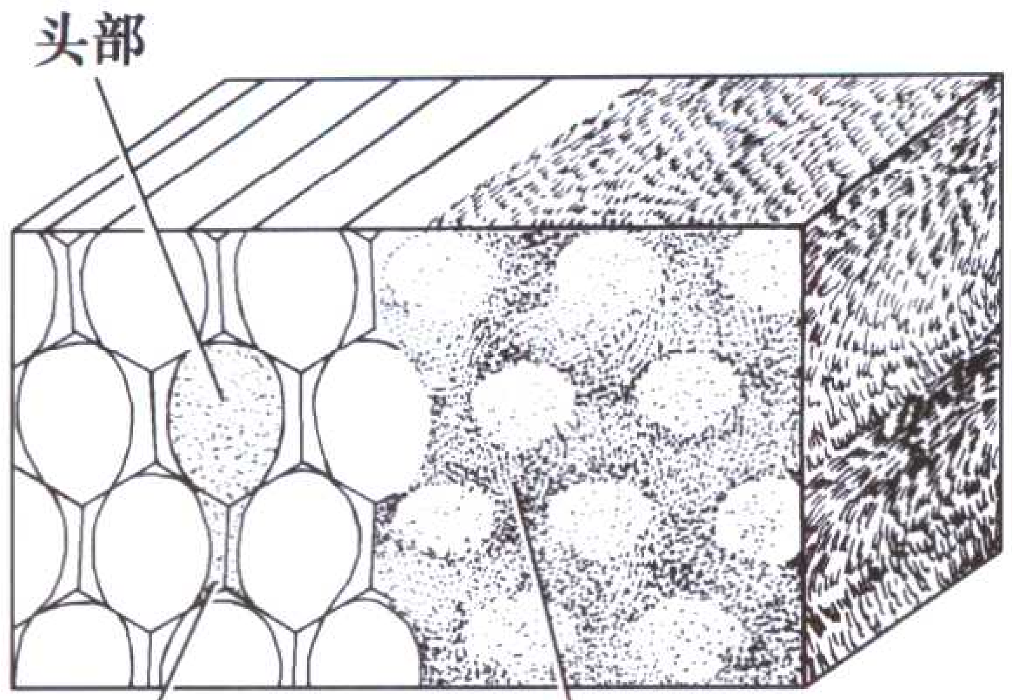


图 4-3　釉柱结构

当釉质纵切面通过一排釉柱的“体部”和邻近一排釉柱的“尾部”时，由于其中晶体排列方向不同，就产生了光学显微镜所见到的釉柱似乎被柱间质所分隔的现象。在“体部”与邻近“尾部”相交处，晶体方向骤然改变，该处排列较疏松，形成微孔状结构，且大多釉间质位于此，形成柱鞘，其厚度约 20~30nm。

釉柱体部与其边缘因羟磷灰石晶体排列方向、之间的间隙、柱间质含量的不同，所以在弱酸的作用下脱矿程度不同。酸蚀剂在除去约 10μm 的釉柱表层后，进一步溶解釉柱体部或釉柱边缘，形成一个深浅不同三维微孔状结构，深约 20μm。经酸处理后釉质表面具有较高自由能，便于低粘度的树脂单体渗入其微孔结构中，固化后形成固位力很强的树脂突。由于釉质表面釉柱的密度为 30000~40000 个/mm^2，而且经酸处理的釉质表面积将增加 10~20 倍，因此，树脂与釉质之间的微机械粘接力是很强的。同样釉质横断面与纵断面与树脂的粘接力是不同的，研究表明，釉质横断面的最大粘接力为 19~20MPa，而釉质纵断面仅能达到 11MPa。酸蚀粘接技术为牙体修复提供了比传统修复更保守的方法。

釉柱在牙釉质内的排列说明釉柱是承受咀嚼压力的力学单位体。釉柱间的边缘就似天然裂隙，因此釉柱易发生顺其长轴的劈裂，如果釉柱下没有牙本质支撑，如牙本质因病理破坏或备洞形成预备时机械去除，那么组成洞缘釉质壁的釉质易发生劈裂，与修复体之间形成间隙，造成微漏，细菌的侵入、继发龋等。因此在洞壁的预备中，洞壁应顺釉柱的方向或呈斜面，而避免形成无基釉。然而，一个普遍的观点认为，在洞形预备中洞壁应与牙冠表面垂直，但组织学上并不支持这一观点，釉柱自釉质内层向外排列时，在水平方向上和垂直方向上均有轻度的转向，最后几乎相互平行，到达釉质表面。因此，在牙冠的釉质表面，牙尖斜面的釉柱与釉质表面呈斜角，而不是 90°，从 CEJ 冠向 1mm 起，至䶩面的边缘嵴或切缘，釉柱与釉质表面呈 60°逐渐过度为与牙长轴平行，䶩面沟裂下的釉柱与牙长轴平行，但沟裂两边的釉柱与牙长轴逐渐呈 20°夹角。因此，在䶩面备洞时，若洞壁与牙长轴平行，将破坏更多的釉质，釉质洞缘角应略大于 90°，平行于釉柱的方向，保持釉质洞缘釉柱的完整性。

因釉柱的方向变化较大且在洞形预备时高速裂钻并不能很好地修整洞壁，可以使用低速或手用器械修整洞壁周围易脆的釉质。

第二节 牙本质牙髓复合体

从解剖生理学和胚胎学的观点来看，牙髓和牙本质属于一个系统，两种组织都是从牙乳头发育来的。牙本质暴露后引起的各种变化，包括牙本质内的变化，都是和牙髓密切联系的。因此，现代医学都主张把二者合并起来，称为牙本质牙髓复合体（dentin-pulp complex）。下面分别从几个方面来来讨论牙本质-牙髓复合体在受到外界刺激时发生的反应。

一、牙 本 质

（一）功能

牙冠部的牙本质为釉质提供了弹性基质，与牙根部的牙本质一道，形成了牙齿的外形，同时形成一个保护牙髓的腔隙。虽然牙本质没有血液循环和神经支配，但仍然对外界的温度、化学等有反应。牙本质为整个牙齿提供了强度和硬度，一些研究表明，随着洞形的深度或宽度的增加，牙齿的抗力明显下降，例如一个较深的Ⅰ类洞形，或一个牙髓治疗的开髓治疗，这样余留牙体组织的抗力仅为正常牙的1/3。因此，在洞形预备时，尽量保留健康牙本质，采用保守进入通道、仅去除龋损的牙本质，采用粘接修复技术、窝沟封闭技术，是值得推荐的。如洞形预备较大，应考虑嵌体修复或全冠修复。

（二）组织形态结构

牙本质构成牙齿的主体，在牙本质中央的髓腔内充满牙髓组织。牙本质颜色淡黄，硬度比釉质低，比骨组织稍高。牙本质含无机物约为重量的70%，有机物占重量的18%，水占重量的12%。按体积比计算，无机物占50%，有机物占25%，水占25%。无机物中主要是羟磷灰石，其晶体比牙釉质中的小，有机物主要是组成胶原纤维的胶原蛋白。

牙本质由牙本质小管、成牙本质细胞突和基质组成。

1. 牙本质小管　牙本质小管贯通整个牙本质，自牙髓表面向釉牙本质界呈辐射状排列，在牙尖部及根尖部小管较直，而在其余部则弯曲呈“~”形。牙本质小管的外端近牙釉质处分出许多侧支，并与邻近小管的侧支互相吻合。

2. 成牙本质细胞突　成牙本质细胞突是成牙本质细胞原浆的突出延伸部分，细胞体位于髓腔近牙本质表面，排列呈一排。成牙本质细胞突起伸入牙本质小管内，在其整个行程中分出细的小支伸入牙本质小管的分支内，并与邻近的突起分支相联系，人们发现成牙本质细胞突的长度不与牙本质小管一致，一般只有小管长度的2/3~3/4。

3. 牙本质基质　牙本质基质为矿化间质，其中有很细的胶原纤维。纤维的排列大部与牙表面平行而与牙本质小管垂直，彼此交织成密网状。基质中有羟磷灰石晶体分布，长约20~10nm，宽2~3.5nm，呈针状或片状。基质中的钙化并不是均匀的，由于其钙化程度的差别，主要分为：①管间牙本质，位于牙本质小管之间，其中胶原纤维较多，矿化较低；②管周牙本质，呈环形，构成牙本质小管壁，管周牙本质较管间牙本质的矿化程度高，含胶原纤维少。

牙本质是一种矿化组织，没有完整细胞存在，虽然如此，由于前者叙述原因，牙本

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

质中存在有牙本质小管，有成牙本质细胞伸出的突起，而且有充分证据表明，牙本质小管内存在有体液循环，从而其代谢是比较活跃的。因此，当有外界刺激、病变、损伤，甚至因年龄等的变化，牙本质也会发生相应的变化。

4. 表层牙本质　在牙本质的形成过程中，成牙本质细胞自釉牙本质界，逐渐向牙髓方会聚，因此在其细胞突周围形成了具有锥度的通道，通过分泌合成胶原纤维，成牙本质细胞产生和形成牙本质基质。在釉牙本质界最先形成的牙本质中，牙本质小管分隔距离大，管间牙本质占表面积的 96%，虽然，牙本质小管的直径为 0.8μm，占表面积的 4%，但牙本质小管的密度仍达 20000 个/mm^2，而且，表层的牙本质小管有许多分支末端，小管间也有分支联合，构成一个高度交联的系统。这可以解释在表层的牙本质中，虽然离牙髓的神经感受器很远，但在探诊过程仍然可能引起敏感。

5. 深层牙本质　靠近牙髓的深层牙本质与表层牙本质不同，这种差异影响了深层牙本质通透性和粘接性。成本质细胞在牙本质发育过程中从釉牙质界逐渐向牙髓聚合移行，最后在髓壁形成紧密排列的细胞层，在牙髓-牙本质界面，成牙本质细胞的密度为 76000/mm^2（也就是牙本质小管的密度）。（图 4-4）

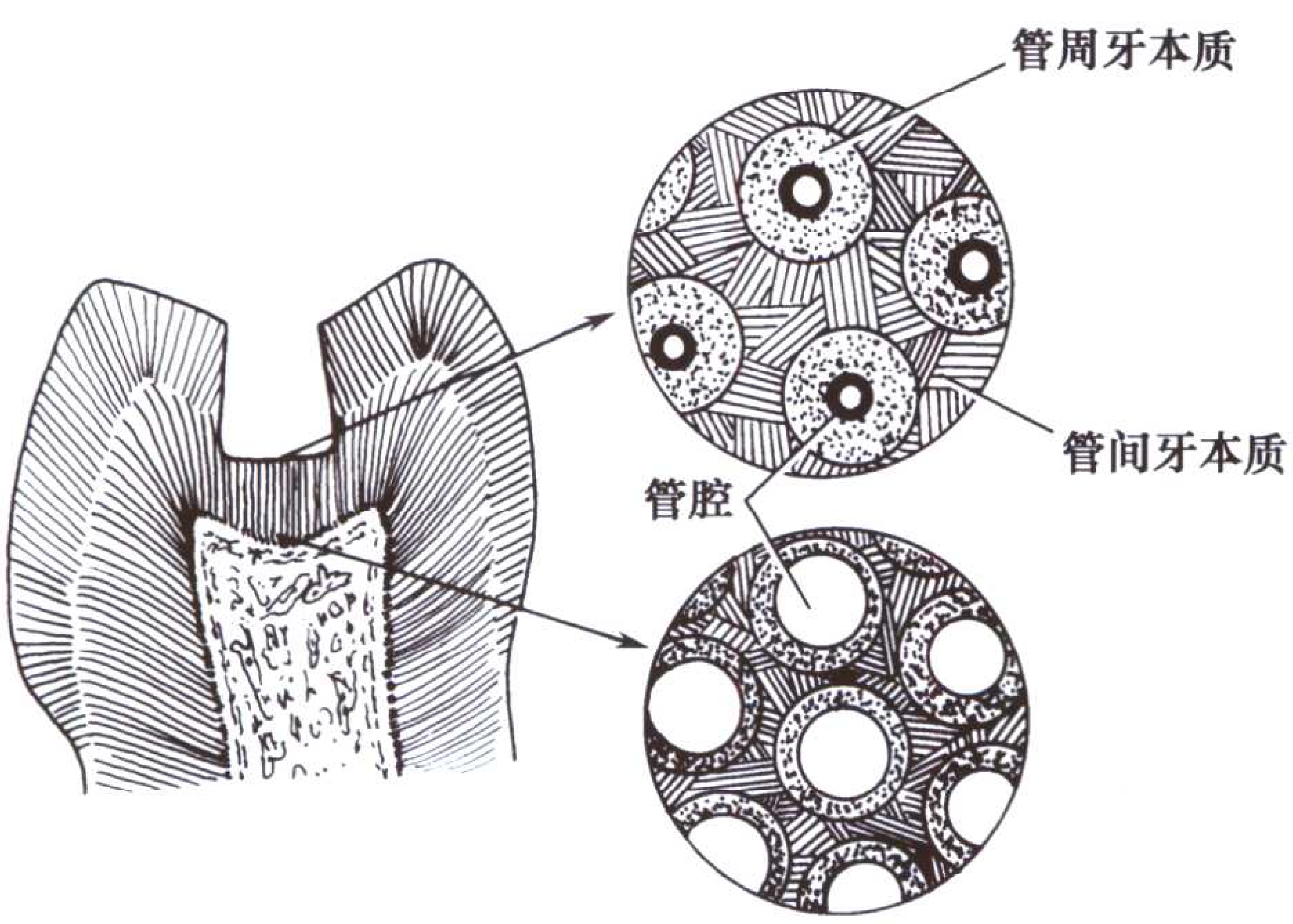


图 4-4　牙本质

牙本质小管的直径增加，为 2.5~3.0μm，同时牙本质小管间的距离仅为釉牙本质界表层牙本质小管间距离的一半。因此深层牙本质中管间牙本质仅占面积的 12%，而充满牙本质小管液的小管占面积的 22%，是表层牙本质的 20 倍。虽然深层牙本质中牙本质小管部分被成牙本质细胞突、胶原纤维、矿物沉积所阻塞，但其通透性仍为表层牙本质的 8 倍。

（三）渗透性

牙本质的渗透性直接与其保护功能有关。当牙本质外层的保护罩—牙釉质、牙骨质因龋损、备洞时机械去除、磨耗、腐蚀而失去时，暴露的牙本质小管成为牙髓和外部口腔环境的通道，即使是经修复充填的牙齿，通过充填材料与洞壁之间的微渗漏现象，也可能存在刺激牙髓的通道。研究表明，没有任何一种充填材料能与洞壁之间形成一个完全密封的环境，例如，新近充填的银汞合金材料与洞壁之间的间隙约有 10μm，甚至更大，复合树脂与洞壁之间的间隙也是随时间的延长而加宽。（图 4-5）

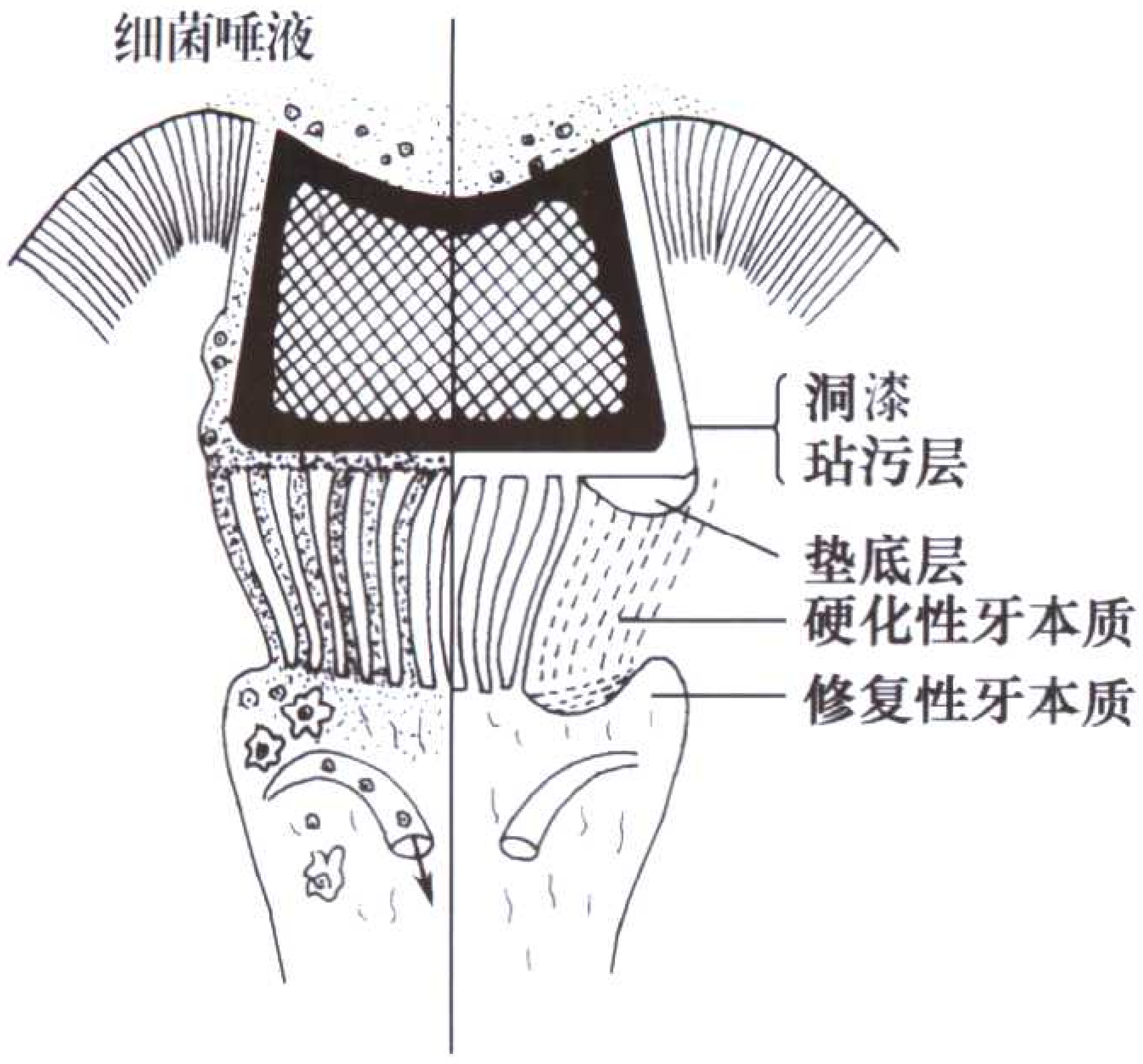


图 4-5　牙本质的通透性

经充填材料与洞壁之间的间隙，酸性物质、细菌产物由毛细管现象进入洞壁，引发洞壁的继发龋，同时，细菌也能通过牙本质小管进入牙髓，开放的牙本质小管就像是牙髓的微穿孔，可能造成牙髓的炎症和过敏。因此，剩余的牙本质厚度是决定外界物质透入梯度的关键，同时在充填修复时，采用洞衬剂、洞漆、牙本质粘接剂能有效封闭充填间隙和牙本质小管。

（四）敏感性

虽然牙本质能对温度、化学、物理刺激产生反应，但牙本质没有血液循环和神经支配，在深层牙本质中仅有 20%的牙本质小管含有伸入长度约为几十微米的神经纤维。因此，部分学者认为成牙本质细胞可能是刺激接受器，介导牙本质敏感。但这种观点受到很大的怀疑，因为电子显微镜和目前最先进的技术未能证实成本质细胞突能延伸至釉牙本质界，而且成牙本质细胞的细胞膜不具有传导性，同时成牙本质细胞与神经纤维末梢间也没有突触连接，相反，研究发现即时成牙本质细胞层被破坏，牙本质的敏感仍然存在。（图 4-6）

Brännström 基于毛细管流动理论提出了流体动力学说，认为当牙本质受到刺激时，如干燥空气、温度、压力、酸性物质，机械切割如在临床上备洞时，当钻到牙本浅层时，此种刺激更为强烈，牙本质小管内液体的定向流动速度为 4~6mm/s，可引起牙本质细胞的轻微移位，造成与之交织的神经纤维因钙离子进入而去极化，产生神经冲动，支持的证据包括牙根敏感与牙本质小管的开放有关，以及牙本质小管的开放程度，小管内流体压的变化与疼痛的程度相关。因此，了解牙本质通透性、敏感性的知识，能帮助医生避免牙体修复后的术后不适、敏感等并发症。

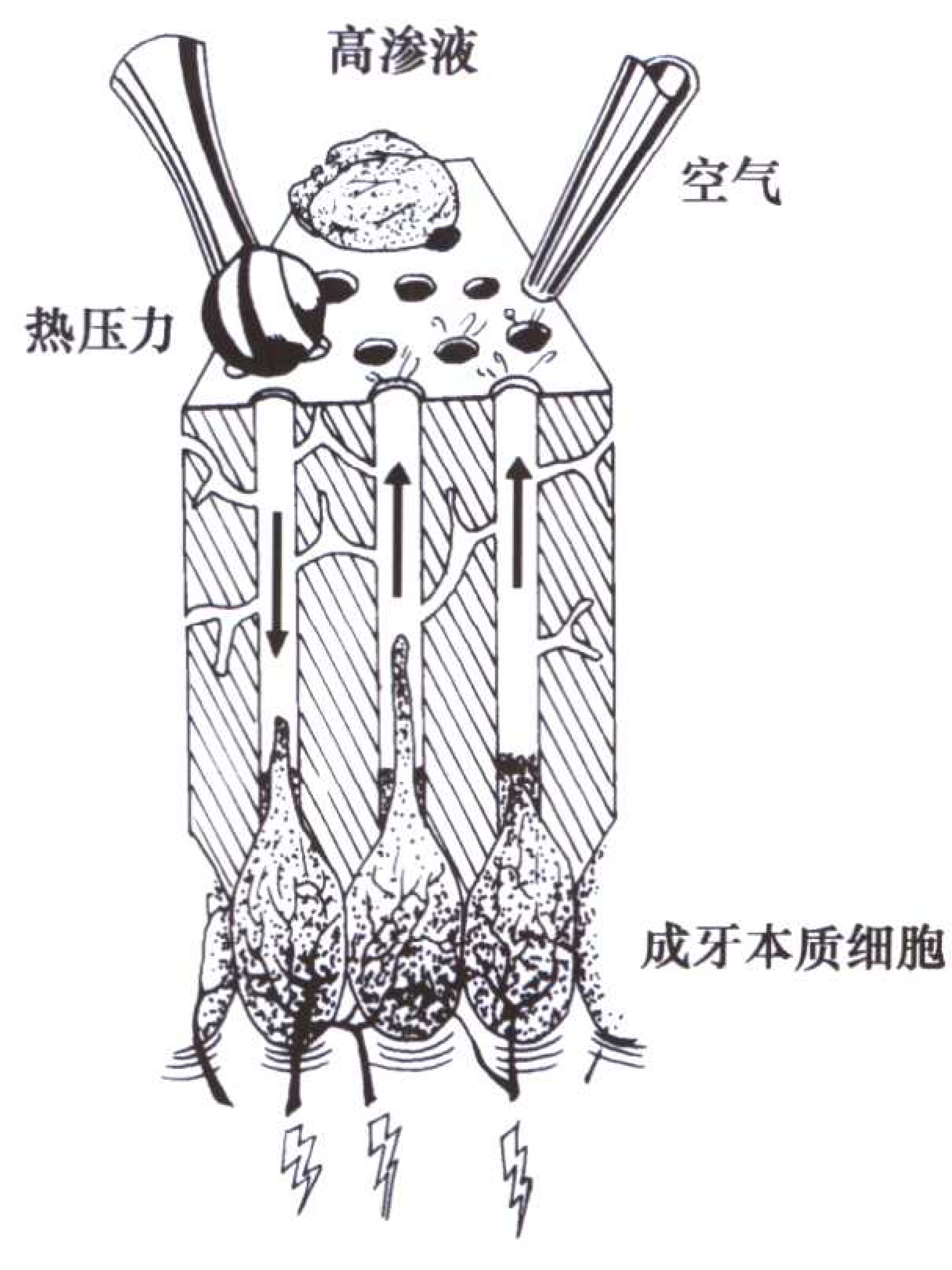


图 4-6　流体动力学说

（五）牙本质粘接

早期树脂粘接剂对酸蚀后牙本质的粘接相对于釉质的粘接是不成功的，因为粘接面的牙本质基质存在对粘接剂的水解破坏，以及玷污层对粘接剂的干扰。目前较新的牙本质粘接剂通过处理剂去除或修饰玷污层，使管间、管周牙本质轻度脱矿，形成微孔结构，同时胶原纤维网暴露，形成疏松的网状结构，亲水的树脂进入牙本质小管、胶原纤维固化形成混合层，产生微机械扣锁作用。越是深层的牙本质，含水分越多，固体成分越少，同时，牙髓为牙本质小管液提供了约为 14cm 水柱向外的压力，而成牙本质细胞突、矿物沉积、管间的胶原纤维能部分消除这种压力，当牙本质被切割越深，牙本质小管液压力越大，牙本质表面越湿，这将影响疏

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

水性树脂的聚合。另外，牙本质过度矿化，呈深黄色或珠光样的牙本质表面，也能影响粘接力，牙本质的增龄变化以及长期受外界刺激均可影响牙本质小管的通透性，影响粘接。

（六）牙本质增龄变化及对外界刺激的反应

1. 原发性牙本质和继发性牙本质　牙根发育完成前形成的生理性牙本质为原发性牙本质，此期形成牙本质的速度相对较快，牙根发育完成后，牙本质仍可继续不断地形成，使髓室体积缩小，但形成速度减慢，这种后来形成的牙本质称为继发性牙本质。髓室的形态与牙的外形相似，但有时髓角很高，如前磨牙的颊尖，磨牙的近颊尖的髓角，在年轻恒牙的洞形预备中应避让髓角，避免穿髓。可能由于是对来自殆面的中轻刺激产生反应，继发性牙本质更多是沉积在髓角、髓室顶、髓室底，因此随着年龄的增加，髓室的顶底距离变得很小，临床应根据病人的具体情况，了解髓室的大小和位置，因为它们往往是洞形预备的决定因素。

另外一种生理性或增龄性变化，是牙本质小管壁的继续矿化，这可能由成牙本质细胞突介导，此种矿化造成牙本质小管壁增厚，牙本质小管变窄。继发性牙本质和管间牙本质的矿化是一种生理性过程，据报道，这种矿化也可在未萌出的牙中观察到。

2. 修复性牙本质　无论是由龋病造成的细菌侵入，还是牙科钻针造成的热损伤，或是牙本质因磨损暴露后受到机械的、温度的、化学的外界刺激，这类对牙齿的刺激，均能造成受累区域的成牙本质细胞破坏，在三周内，牙髓中的成纤维细胞成或充质细胞能转变为具有牙成本质细胞功能的细胞分泌基质，产生矿化作用，基质包括牙髓的细胞和血管成分，以及不规则的牙本质小管，这种在受损伤处相对的髓腔壁上形成的牙本质称为修复性牙本质。修复性牙本质形成的速度、厚度与外界刺激的强度和持续时间有关，通常修复性牙本质形的厚度为 1.5μm/天，有时也可达 3.5μm/天。有报道称，在损伤的 50 天后，观察到了有 70μm 的修复性牙本质形成。修复性牙本质对牙髓的保护十分有效，因为修复性牙本质内牙本质小管少，明显弯曲，同时与原有的牙本质小管不连续相通。因此修复性牙本质能补偿外周牙本质因损害而造成的厚度丧失。阻挡外界刺激对牙髓的持续损害。但如果损害没能停止或去除，细菌产物能扩散穿过约 0.5mm 的修复性牙本质，造成牙髓的严重炎症，最终将导致牙髓坏死。

3. 硬化性牙本质　牙本质在受到外界刺激后，除了形成上述修复性牙本质外，还可以使牙本质小管内的成牙本质细胞突起发生变性，变性后经矿物盐沉着而矿化封闭牙本质小管，这样可阻止外界刺激传入牙髓，这部分牙本质称硬化性牙本质。这种钙化部分的牙本质，其于在光镜下与牙本质小管和周围的间质折光率没有什么差别，故在磨片上呈透明状，也称为透明牙本质。

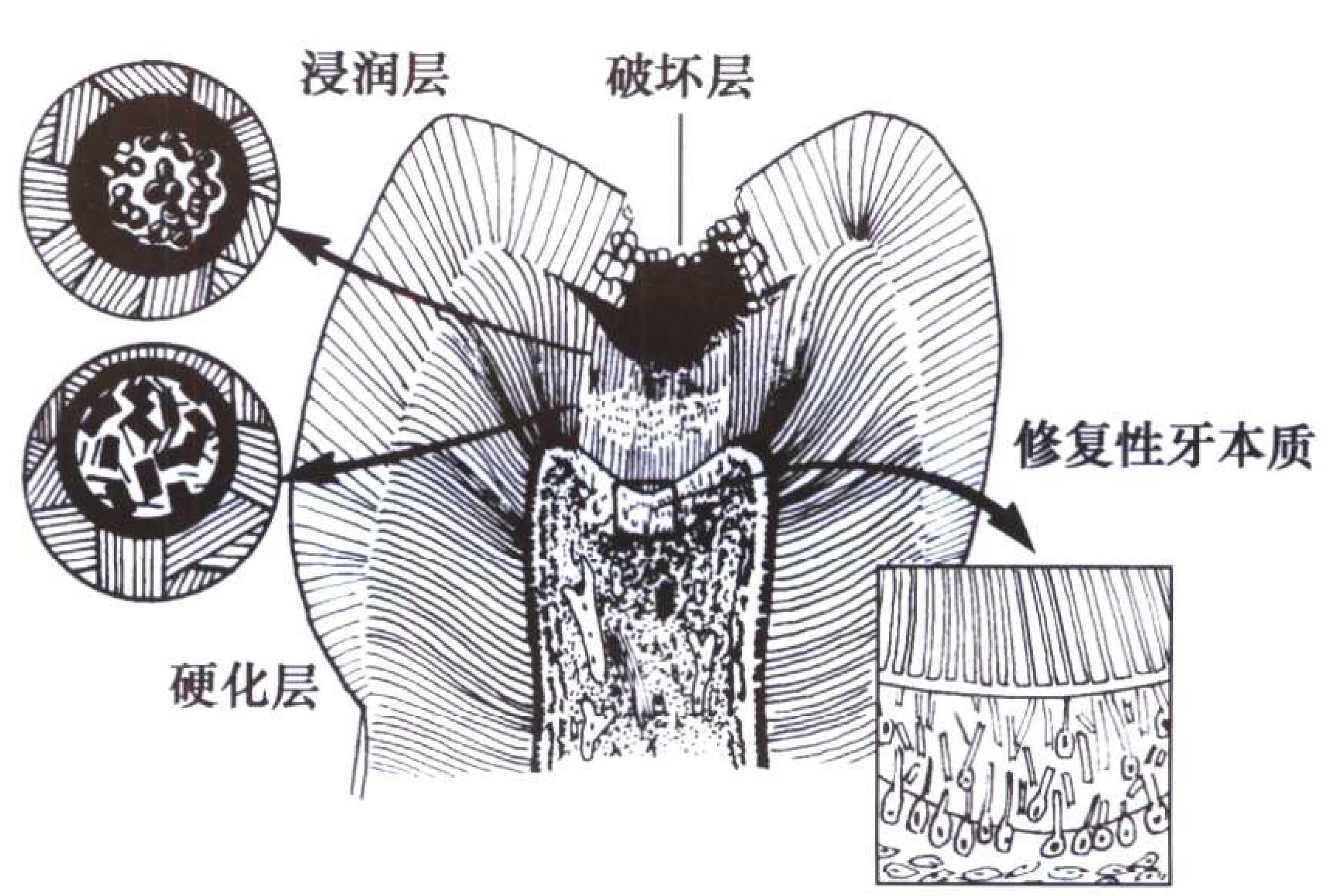


图 4-7　牙本质龋分层

4. 死区　死区是牙齿因磨损、酸蚀或龋病而使牙本质小管暴露时，

小管内的成牙本质细胞突起逐渐变性，分解，小管内充满空气，在显微镜透明光下观察，这部分牙本质呈黑色，称为死区，这种改变常见于狭窄的髓角，其近髓端常常有修复性牙本质形成。（图 4–7）

二、牙　　髓

牙髓是位于髓腔内的结缔组织，含 75%的水，25%有机物，其中的胶原纤维、基质支撑其细胞、血管、神经结构，牙髓是一种独特的结缔组织，其血管通道主要通过根尖孔，其周围被坚硬的牙本质所包围。因此，牙髓没有足够的侧支循环，也没有因损害而发生炎症肿胀所需的空间。

牙髓的主要功能 产生原发性、继发性、修复性牙本质；为牙髓中细胞，基质提供营养；传递疼痛反应和本位感觉反应；对炎症和抗原刺激产生反应，通过血液循环和淋巴管循环消除有害物质。

（一）形态结构

牙髓组织在组织学上分层明显，从里向外分为：牙髓本部、多细胞层、无细胞层、成牙本质细胞层。牙髓本中由基质组成，是一种不规则的凝胶样蛋白基质，其中有细胞、胶原纤维和血管和神经通道，此凝胶样蛋白基质为细胞间、血管间提供了转运中介作用，转运营养物质和代谢产物。神经纤维的末梢和血管穿过无细胞层和细胞层后会聚成较大的分支，经牙髓本部最终出根尖孔。所有的基质和胶原均由散在的交织成网状的成纤维细胞合成。（图 4–8）

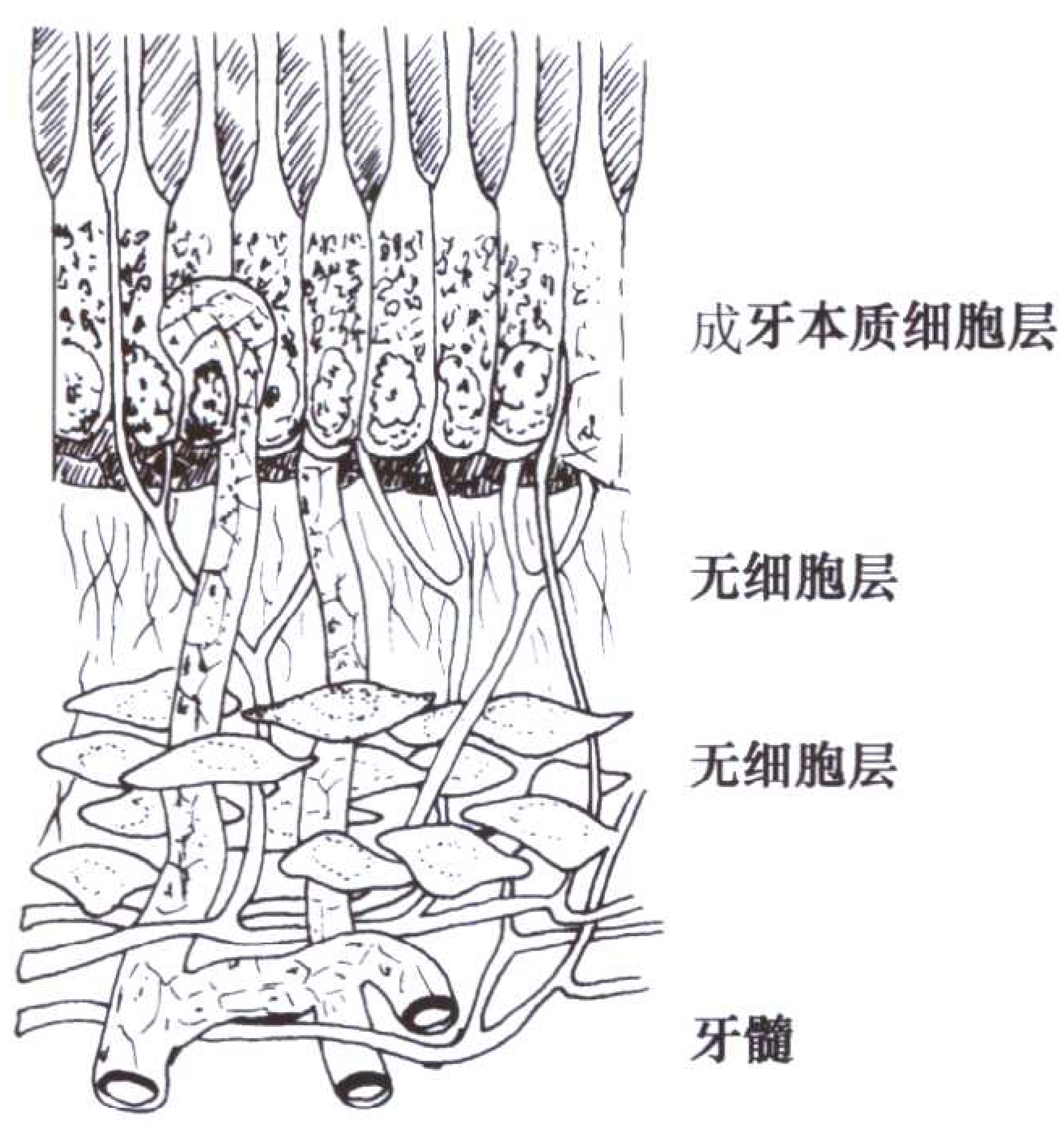


图 4–8　牙髓组织组织学分层

多细胞层主要由纤维细胞和未分化的间充质细胞构成。未分化的间充质细胞和纤维细胞具有分化潜能，在受到刺激时，它们可分化成结缔组织中任何一种类型细胞，例如当因细菌或细菌产物穿过牙本质小管损伤成牙本质细胞时，间充质细胞可分化为成牙本质细胞，形成修复性牙本质。

（二）血管系统

循环系统主要为牙髓组织提供的氧和营养物质，同时循环系统将带走细胞代谢产物如二氧化碳和其他物质，也可带走炎症产物，甚至可以将一些经牙本质小管进入牙髓的

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

毒性物质在尚未达到损害牙髓的水平以前带出牙髓。

这种转运和代谢之间的平衡，可能被含有血管收缩剂如肾上腺素的长效麻醉剂破坏，例如将含有 1:100000 肾上腺素的 2%利多卡因注射入尖牙的牙周韧带，这将导致牙髓血流中断 20 分钟以上。但成熟牙髓细胞耐氧力强，因此临床局麻中若严格控制剂量、注射时间一般不会造成牙髓细胞的永久损伤。

炎症是正常组织对损伤的反应，也是组织修复的第一步，但牙髓的炎症十分独特，被局限在四周没有弹性的坚硬的髓腔中。当刺激造成细胞损伤引起毛细血管通透性增加时，白细胞、蛋白质、炎性介质、浆液自毛细血管渗透入细胞间间隙，造成组织压升高，升高的组织压将破坏炎症区域内的毛细血管壁，造成局部缺血。然而，牙髓的血液循环十分独特，存在大量的 U 形细小动脉分支，以及动静脉吻合支，能够为炎症区提供旁路循环，同时在炎症区周围，毛细血管和毛细淋巴管能迅速吸收炎性水肿液，使组织压减低，防止局部缺血。研究表明，牙髓组织炎症区域的组织压是周围的 2~3 倍，但在炎症区域外 1.0mm，其组织液迅速降低至正常水平。局限的牙髓组织压升高也有保护作用，为牙本质小管提供一个朝外的压力，防止毒性物质进一步通过牙本质小管渗透入牙髓。然而，牙髓的炎症状态和较高的组织压可引起低阈值的牙髓神经产生神经冲动，引发剧烈疼痛。

（三）神经支配

牙髓神经含有调节血流的自主 C 神经纤维，也有来自三叉神经的传入感觉神经纤维。神经根据其功能、髓鞘、直径、传导速度分类，虽然在牙髓中含有少量的大直径传导速度快的 A-β 神经纤维，但大量还是有髓鞘的 A-δ 神经纤维，以及没有髓鞘的较细的 C 神经纤维。以前磨牙的神经支配为例，大约含有 500 个 A-δ 神经纤维，在成牙本质细胞周围分支形成游离神经末梢，A-δ 神经纤维的传导速度为 13.0m/s，对流体动力的压力感觉阈值低，A-δ 神经纤维激活后引起剧烈的锐痛。

没有髓鞘的 C 神经纤维数量是 A-δ 神经纤维的 3~4 倍，比较均匀地分布在牙髓组织中，C 神经纤维的传导速度较慢，约为 0.5~1.0m/s，C 神经纤维的神经冲动只能被一些足以破坏牙髓组织的刺激引起，如持续高温、或牙髓炎。C 神经纤维能耐受组织缺氧、血供不足、组织压升高等。因此，在麻醉后，已经感染坏死的牙髓有时仍有可能感觉到疼痛。C 神经纤维激活后可引起搏动性疼痛，且患者很难定位引起疼痛的患牙。

（四）成牙本质细胞层

位于牙髓外周的成牙本质细胞层产生原发性、继发性牙本质，同时影响控制牙本质小管的物质代谢，以及形成保护性硬化性牙本质等。成牙本质细胞呈柱状单层排列，每个细胞具有细胞突可延伸至牙本质小管 2/3 段，成牙本质细胞通过细胞连接紧密排列，这种细胞连接能够在细胞间传递化学信号或电信号，引起整个成牙本质细胞层的整体反应。因此，成牙本质层的完整性和细胞间的连接也可以认为是牙本质和牙髓的中介，介导组织液和分子的通过，起到保护作用。常规的备洞和对洞壁的干燥可暂时性引起成牙本质细胞层排列紊乱，严重时也可引起永久损害。

（五）牙体修复与牙髓健康

牙体修复治疗可以给牙髓带来强烈的物理、化学、温度刺激。然而，如果临床医生采用合适的预防措施，就会减少对牙髓的损伤。虽然修复体与洞壁之间普遍存在微漏，

若能减少细菌的毒力损害，封闭牙本质小管，大部分牙髓均能保持健康状态，但牙髓的修复能力与牙髓的增龄变化、刺激的强度和频率有关，随着年龄的增加，牙髓的自我修复能力将下降。有临床调查显示，作固定修复和单冠修复的活髓牙，分别有6%和13%的全冠牙有牙髓坏死的迹象。

虽然在洞形预备时，压力、干燥、对成牙本质细胞突的切割，对牙髓有刺激作用，但高速旋转器械切割牙体组织产生的热是造成牙髓损伤的主要因素，热能造成凝固性坏死，广泛的烧伤，以及牙髓血循环暂时停滞，研究表明对牙釉质表面和洞壁的热损伤造成的牙髓损害是相同的。若牙髓温度升高5.5℃，将会造成15%牙髓不可逆性坏死；若升高11℃，牙髓坏死率是60%。健康牙本质厚度为0.5mm，施以150℃持续30秒的热刺激，对牙髓基本无损伤，也不会造成坏死。因此，保留足够的健康牙本质厚度(0.5mm或以上)，是阻止热传导的关键，也是限制牙本质小管通透性的关键。

一些研究也表明，不正确的银汞合金抛光方法，例如高速不间断加压打磨，也可能造成牙髓损害。有研究表明，在没有水的冷却下，连续用钻针接触25秒，将导致牙髓温度升高6℃。因此，在用高速钻针切割牙釉质或牙本质时，为防止对牙髓的热损伤，安全方法是在水冷却下间断磨除。另外，是高能光固化灯的光束也可能对牙髓造成热损伤，有学者观察到，光固化光束在聚合树脂时，使牙髓的温度可上升8℃。其他一些防止牙髓损伤的方式有：采用锋利的钻针，减少牙本质过分干燥和干燥的时间，采用合适的修复材料进行修复。

牙髓的增龄变化将使牙齿的修复潜能下降，如髓室缩小、细胞与胶原纤维比例下降、神经纤维变性、基质水分减少、牙髓血管壁的硬化、牙髓矿化增加。运用牙体修复中的一些新概念，如预防措施、修复材料的改进，对牙釉质、牙本质有效粘接和封闭，保守的洞形预备，将能提高牙体修复的生物相容性。

第三节　牙 周 组 织

一、牙　龈

牙龈是口腔粘膜的一部分，覆盖于牙槽骨上，它决定了牙齿临床牙冠颈部的外形，将牙根和牙周结构与外部环境隔离开。正常健康的牙龈为浅红色、质地较韧。牙龈没有增生、出血、水肿、退缩，处于健康状态的牙龈，对牙体修复十分重要。牙龈炎，不良的口腔卫生习惯，不良的修复体，将导致牙周疾病，牙周疾病是引起成年人失牙的主要疾病，因此，在牙体牙髓治疗中，必须评价牙槽骨牙周软组织状态。

二、龈 牙 结 合

上皮组织和结缔组织构成牙龈与牙齿、牙龈与牙槽骨之间的结合，称为龈牙结合。在牙冠部，角化的牙龈反折入牙齿颈部的釉质，形成部分角化或非角化的龈沟上皮。龈沟的平均深度为1.0~2.0mm，通常若超过3.0mm，认为是病理性的牙周袋。

从龈沟的基底、牙龈结合上皮通过细胞膜的半桥粒结合方式与牙齿表面结合，封闭根部的牙骨质。结合上皮的厚度自龈沟底向根方逐渐减少。通常因细菌的集聚和机械损

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

伤可导致龈牙结合水平降低，导致临床牙冠增长。

三、牙体修复与牙龈健康

虽然，位于龈缘以上，具有良好生理外形的牙体修复将能最大限度维持牙龈的健康，但有时根面龋、牙折常常会导致位于龈下的牙体修复。部分医源性因素或修复缺陷，如悬突，过凸的轴面外形，边缘缺陷，以及充填物表面粗糙可能会加重或引起牙龈炎症，因此，减少或控制修复体缺陷十分重要。有时临床会发现一些并不良好的修复体，但牙周却未见损害，因此，患者的易感性也是一个主要的病理因素。修复体边缘若靠近龈沟底，可能会引起牙龈炎症，如牙龈出血、牙龈增生、牙龈退缩等。如果修复体边缘密合和修复技术良好，那么保持修复体与牙周界面健康的关键就是修复体边缘的位置，这就引出另一个概念——生物学宽度。

四、生物学宽度

大量研究表明，不同年龄的个体其龈缘水平差异很大，但牙槽嵴顶以上结缔组织的距离相对恒定，约为 1.07mm，健康牙周的牙槽嵴顶上结缔组织的距离和牙龈结合上皮宽度之和为 2.0mm，即是指龈沟底到牙槽嵴顶的位置，这就是生物学宽度。（图 4–9）

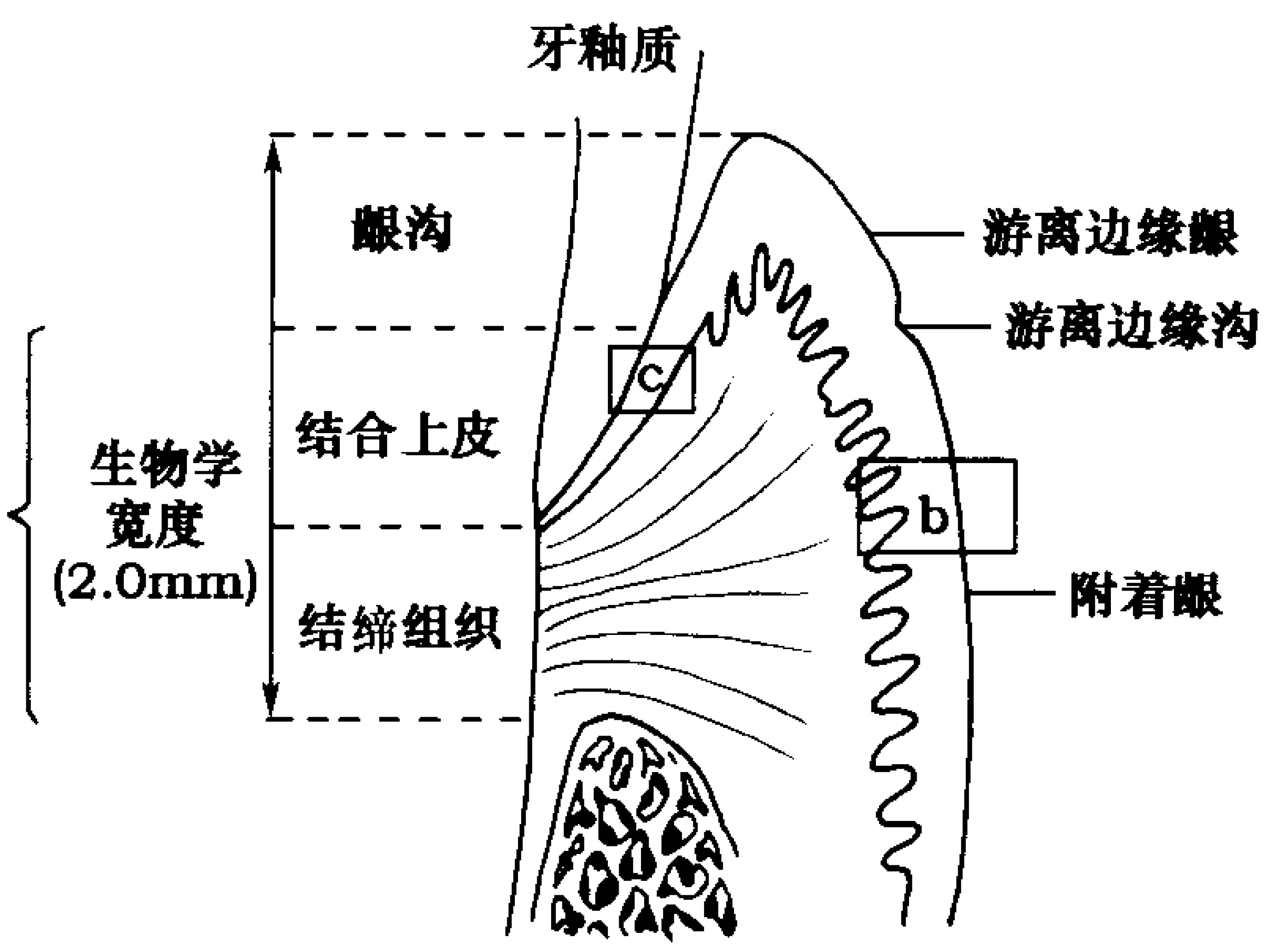


图 4–9　生物学宽度

这个宽度被认为是维持牙周健康附着和支持的最小距离。当龋病、牙折、错误的牙周手术造成生物学宽度破坏或减小，将引起牙龈慢性轻微的炎症，同时为获得正常的生物学宽度牙槽骨将丧失。多数健康牙唇颊面中分游离龈边缘至牙槽嵴顶的距离为 3.0mm，若修复体龈缘的位置位于游离龈边缘的根方 0.5~1.0mm 以内，此时留出的生物学宽度为 2.0~2.5mm，牙周预后良好，若生物学宽度不能被维持，修复前应作骨修整术，降低牙槽嵴的高度，以获得的 2.0~2.5mm 的正常生物学宽度，维持健康的牙周。

第四节　牙　骨　质

牙骨质（cementum）覆盖于牙根表面，在牙颈部较薄，在根尖和磨牙根分叉处较厚。牙骨质色淡黄，硬度和骨相似，含无机盐重约 45%~50%，有机物和水约 50%~

55%。无机盐水与釉质、牙本质一样，主要是钙、磷，以羟磷灰石的形式存在，此外，还有多种微量元素。有机物主要为胶原和糖蛋白。

一、组 织 形 态

（一）牙骨质纤维

主要是成牙骨质细胞产生的胶原纤维，纤维排列与牙根表面平行，另有一些来自牙周膜的纤维（穿通纤维）与牙根表面垂直穿插于其中。

（二）牙骨质基质

主要是蛋白多糖和钙盐。胶原纤维一层层形成并有基质钙化形成层板状结构。层板之间为生长线间隔，组织化学的研究显示生长线钙化较高，胶原纤维较少。牙骨质表面有一层刚形成尚未钙化的牙骨质即类牙骨质。

（三）牙骨质细胞

呈卵圆形，周围有许多细长的胞浆突起，突起并有分支。突起多数向着牙根表面，借以自牙周膜吸取营养。邻近的牙骨质细胞突起相互吻合。

这些细胞在间质中占据的空间称为陷窝，突起占据的空隙称小管。在牙齿磨片中，由于细胞成分消失，故镜下所见为陷窝与小管。距牙根表面深部的牙骨质细胞胞浆内含少数细胞器，内质网扩张，线粒体稀少，表示该细胞在退变，更深部的细胞变性明显或细胞消失，陷窝变空。

牙骨质细胞在间质中的分布不规则，根据有无牙骨质细胞分布，牙骨质又分为无细胞性牙骨质和细胞性牙骨质。无细胞性牙骨质　覆盖在紧贴牙本质表面，自牙颈部于近根尖 1/3 处，主要由牙骨质层板构成，而无细胞。细胞性牙骨质常位于无细胞性牙骨质的表面，但在根尖部可以全部为细胞性牙骨质，牙颈部则常常全部为无细胞性牙骨质。细胞性牙骨质和无细胞性牙骨质也可以交替排列。

二、釉牙骨质界

釉质和牙骨质在牙颈部相接连，其相接处有三种不同情况：约有 60%是牙骨质少许覆盖在釉质上，有 30%是釉质和牙骨质端端相接，还有约 10%是二者不相接，该处牙本质暴露，而为牙龈所覆盖。在后一种情况下，一旦牙龈萎缩，暴露牙本质即发生过敏。

三、牙本质-牙骨质界

牙本质和牙骨质是紧密结合的，呈现为一较平坦的线。电镜下观察该处牙本质和牙骨质的胶原纤维互相绞绕，过去认为此界为整个根管最狭窄的部位，再向外就是根尖孔，将此狭窄处称为根尖基点，或称为根尖止点。但目前根据 Kuttler 的长期研究表明，根管的最狭窄并非处于牙本质牙骨质界，而是位于牙本质牙骨质界以上，刚好在第一层牙骨质以上的牙本质区内，并将此区称为 minor diameter，此观点已为多数学者接受。

四、生物学特性

牙骨质的钙化基质呈层板状排列，在其陷窝内有牙骨质细胞，与骨相似。但牙骨质内没有血管，牙骨质细胞的分布不像骨细胞的规则。在生理情况下，骨组织是不断地既

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

有吸收又有新生现象，而牙骨质只有新生。除了褪换的乳牙或根部有了病变，如根尖的炎症和创伤等，可能导致根尖部牙骨质的吸收，较重的吸收还可以达到牙本质外，正常情况下，牙骨质是不被吸收的。

因为牙骨质有不断新生的特点，因此牙周韧带纤维可因牙齿功能的需要发生改变和更替，新形成的牙周韧带纤维由于新的牙骨质增生而得以附丽至牙齿，代替老的纤维。同时由于牙骨质不断新生，所以具有修复和补偿功能。如牙齿的切缘和殆面因为磨损而缺损时，可以由于根尖部牙骨质的继续沉积而得到补偿。此外，当牙根表面有小范围的吸收或牙骨质折裂时，均可由于新的牙骨质的沉积而修复，还有，在牙髓和根尖周治疗后，牙骨质能新生并覆盖根尖孔，重建牙体与牙周的连接关系，在新形成的牙骨质与原有吸收区的牙组织之间有一深染的分界线。在修复中形成的牙骨质可以是细胞性和无细胞性，或二者都有。

第五节 根尖周组织

根尖周组织包括根尖周牙周膜、牙槽骨和牙骨质等组织。牙骨质已在上一节介绍，本节重点叙述根尖周牙周膜、牙槽骨，以及根尖周组织的生物学特点。

一、根尖牙周膜

牙周膜是位于牙根和牙槽骨之间的结缔组织，主要联结牙齿和牙槽骨，使牙齿得以固定于牙槽骨内，并可调节牙齿所承受的咀嚼压力，具有悬韧带作用。

（一）牙周纤维

是纤维性结缔组织，由细胞、纤维及基质所组成。在牙周纤维内分布着血管、淋巴管及神经等。并有牙齿形成中的上皮剩余。牙周韧带内主要为胶原纤维和 oxytalan 纤维，而弹性纤维只见于血管壁。

胶原纤维多数成束，排列呈一定方向，称之为主纤维束。主纤维束之间为疏松的纤维组织，称为间隙纤维，其间有神经、血管、淋巴管等分布。主纤维束一端埋在牙骨质内，另一端埋入牙槽骨，主纤维的全长稍呈波纹状。因此，当咀嚼时牙齿可有轻微的生理动度。纤维埋入骨和牙骨质中的部分称为穿通纤维或夏白纤维（Sharpey's fiber）。根据主纤维所在部位和功能的不同，其排列方向也不同，自牙颈部向根尖可分为多组，位于根尖区的称为根尖牙周膜。

（二）基质

在牙周韧带中，细胞、纤维、血管及神经之间的空隙中均为基质所充满。基质主要由粘蛋白和糖蛋白所组成。

（三）细胞

根尖周牙周膜内含有纤维细胞、组织细胞和未分化的间质细胞，后者在炎症过程中可分化成各种细胞，如成牙骨质细胞、成骨细胞或破骨细胞等。根尖周牙周膜内还含有来源于赫特维希上皮根鞘的外胚叶细胞索即牙周上皮剩余，它受到炎症刺激时可增殖，从而在根尖周囊肿的形成中起重要作用。上皮剩余在牙周韧带中，接近牙根表面的纤维间隙内可见分散的细条索状或小团块状排列的上皮细胞，与结缔组织间有基底膜相隔，

这些小的上皮团块称为上皮剩余。它们是牙根发育过程中上皮根鞘残留的部分。上皮剩余通常在牙周膜内呈静止状态，无任何作用。但当牙周组织发生慢性炎症时，则可因受刺激而增生，或可成为牙源性囊肿或肿瘤的上皮来源。

（四）血管和淋巴管

牙周膜中有丰富的血管，侧支血液循环较为丰富，其来源有三方面：一是来自于牙龈；二是上、下牙槽动脉在行走过程中有分支至牙槽骨，再通过筛状板的骨孔进入牙周膜；三是上、下牙槽动脉在根尖孔进入牙髓腔前亦有分支至牙周膜。牙周膜内的淋巴管丰富呈网状分布，沿着血管的行径至根尖部来自于牙髓、牙龈的淋巴管吻合，最后注入颌下和颏下淋巴结。除下颌四个切牙注入颏下淋巴结外，其他牙齿都注入颌下淋巴结。故牙源性感染均引起局部淋巴结的肿大。

（五）神经

牙周韧带有丰富的神经，它们来自于牙间神经和根尖神经，伴随血管分布，主要是有髓神经。神经末梢多样，有游离末梢、有膨大呈球状或环状末梢。因此牙周韧带的感觉敏锐，而且可以明确指出痛牙的部位，与牙髓炎痛牙往往不能定位相区别。

二、牙　槽　骨

牙槽骨（alveolar bone）是颌骨包围牙根的突起部分，又称牙槽突（alveolar process）。容纳牙齿的凹窝称牙槽窝，游离端称牙槽嵴。牙槽骨随着牙齿的发育而发育增长；当牙齿缺失时，牙槽骨也就随之而萎缩。

牙槽骨按照其解剖部位可分为固有牙槽骨、皮质骨和松质骨，与牙体牙髓治疗有关的是固有牙槽骨。

固有牙槽骨（alveolar bone proper）　位于牙槽骨的内壁，围绕牙根，与牙周韧带相邻近。是一层多孔的骨板，亦称筛状板。牙周韧带的血管、神经通过筛状板的小孔而与骨髓腔相通。在X线照片上，固有牙槽骨较为阻射，形成环绕牙根的白线，因而又称为硬骨板（lamina dura）。所以硬骨板和固有牙槽骨、筛状板三者是指的同一部位。诊断牙周组织疾病上具有重要意义，在牙周韧带发生炎症及外伤性变化时，硬骨板首先消失。

牙槽骨是高度可塑性组织，也是全身骨骼中变化最活跃的部分，它的变化与牙齿的发育和萌出、乳牙脱换、恒牙移动和咀嚼功能等均有关系，在牙齿萌出和移动的过程中，受压力侧的牙槽骨骨质发生吸收；而牵引侧的牙槽骨骨质新生。临床上即利用此原理进行牙齿错𬌗畸形的矫正治疗，即加一定强度的压力于牙齿，一定时间之后，受压侧牙槽骨即被吸收，牙齿的位置随之而移动，牙齿移去后所留的位置则由新生的骨质所补偿。

在骨质新生时，显微镜下可看到成骨细胞排列在新骨周围，在细胞靠近骨表面处是一层刚形成而尚未钙化的骨基质，称为类骨质。在骨质吸收的部位，骨表面有蚕食状凹陷，在凹陷处可见到多核的巨细胞即破骨细胞。

三、根尖周组织的生物学特点

根尖周围组织生物学特点为自我修复能力强，可塑性强，是牙髓根尖周疾病治疗的基础。根尖周牙周膜有和牙髓相似之处，位于两边都是硬组织即牙骨质和牙槽骨的间隙

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

中，一旦有急性炎症病变，由于血管扩张、细胞渗出和组织充血、水肿，都会使局部组织压力增加，从而刺激根尖周神经引起剧烈疼痛。由于根尖周牙周膜内有敏锐的触觉受体，轻微地接触牙齿都可刺激这些触觉受体，使患者能明确指出患牙部位。

根尖周组织的侧支循环较为丰富。例如，根尖周牙周膜的血供既可由牙槽骨的血管通过筛状孔来，也可从牙龈来，还可从牙髓的血管在进入根尖孔前分支而来。根尖周组织发炎时，能较好的消除炎性产物，在得到合理的治疗后，容易恢复和痊愈。根尖周组织的淋巴循环也较为丰富，根尖周组织发炎时，所属淋巴结会因之发炎肿大。

根尖周牙周膜也有营养牙骨质的功能。经过治疗的无髓或死髓牙仍然能够健康地保留于颌骨内并继续行使其功能，就是依靠牙周膜的联系和营养。

根尖周牙周膜内有来源于郝特维希上皮根鞘的外胚叶细胞素如牙周上皮剩余（又称马拉瑟上皮剩余），遇有炎症刺激可发生增殖，以至形成根尖周囊肿的上皮衬里。根尖周组织中也有未分化的间叶细胞，在根尖周炎由急性期向慢性期转化时，可转变为破骨细胞将牙槽骨破坏，当破坏到牙骨质时，在X线照片上便可产生透射现象。

根尖部牙骨质较厚，几乎全部为细胞性牙骨质。除了根尖部的炎症和创伤可导致根尖部牙骨质的吸收外，在正常情况下，根尖1/3不断有细胞性牙骨质的沉积，以补偿牙冠的磨耗。这种不断沉积的特点使牙根不断增长和使根尖孔逐渐缩小。根尖孔过度的缩小将影响血流进入牙髓，诱发牙髓的退行性或增龄性变化。虽然牙根的长度在不断增加，但如果以牙本质牙骨质界为测量标准，根管工作长度却在不断减少。在根管充填后，根尖牙骨质持续性的沉积将增加牙本质牙骨质界与根尖孔之间的距离。

根管最狭窄处的生理学意义根管工作长度的止点。如何确定根管工作长度的止点是根管治疗领域中长期争论的焦点，目前的观点仍不统一，有学者认为根管工作长度的止点为X光片上的根尖，也有认为应在离X光片上的根尖约1mm的位置。临床进行根管治疗时，器械进入此处时的夹持感，对于确定初尖锉有重要意义。此狭窄处也是器械的止点，根管治疗时根管扩、根管锉均不能超过此区，否则可造成根管狭窄区扩大，根尖周敏感等。根管充填的界面，是根管治疗中利用根充材料封闭根尖的关键。同时根管最狭窄处作为牙髓和根尖周组织物质交换的屏障，长期感染的根管内的病源可以通过此屏障造成根尖区的感染，而根尖周的血液循环和淋巴循环很难将免疫防御细胞带入此狭窄区进入根管，因此若不控制根管内的感染，就难于治愈根尖周感染，只有控制根管内的感染，并良好的封闭根尖，才能充分利用根尖周组织的自愈能力，达到治疗根尖周疾病的目的。

根管治疗术后，来自根管对根尖周组织的刺激源已消除隔绝，加之，某些充填材料还有促进组织愈合的作用，因而根尖周组织的炎症可逐渐消失。据研究，根尖周病的愈合有5种基本形式：①由新生牙骨质或骨样组织使根尖孔封闭；②根尖孔处有瘢痕组织形成；③由健康的纤维结缔组织或骨髓状的疏松结缔组织充满根尖区；④根管超填者，有纤维组织裹包围；⑤牙槽骨增生与根尖部相连而成骨性愈合。

了解和掌握牙体牙髓病治疗的生物学基础，并遵循其原则，才能在临床诊治中达到事半功倍的效果。

第五章 牙体牙髓病治疗的生物力学基础

牙齿是人体内经生物矿化而形成的含有有机物的生物矿物型器官，直接行使咀嚼功能，与发育、语言及保持面部形态等有密切关系。牙齿经过长期进化和自然选择形成的特殊结构和力学性能，能实现上述生理功能。牙体牙髓病会影响牙齿的结构和性能，从而进一步影响其诸功能的行使。在牙体牙髓病治疗过程中常遇到许多与力学有关的问题，例如哪些因素影响修复的强度？这些因素与宏观结构和显微结构间有怎样的定量关系？牙体及修复体的设计与其力学性质的关系如何？牙体或修复体怎样断裂？断裂的过程怎样？韧性指什么？怎样提高联合体的可靠性？具有怎样的强度可能用于怎样的部位？因此，牙体牙髓病的修复治疗必须考虑牙体组织的力学性质、修复材料的力学性质、修复体的力学性质、牙体预备体力学性质以及牙——修复体联合体的力学性质，这些因素共同决定充填修复治疗的成败。在牙体牙髓病的充填修复治疗过程中，应引入力学评价指标，以生物力学设计为指导，不降低力学性质为标准，提高生物强度或整体强度为目的，在此基础上提出其他各种特性的苛刻要求。

第一节 牙体牙髓病治疗力学相关结构因子

一、牙体组织结构特点

（一）牙釉质

牙釉质是一种半透明的钙化组织，覆盖在牙冠表面。它是人体中钙化程度最高，也是最硬的组织，由于它的硬度很高，故对咀嚼的磨损具有较大的抵抗力。牙釉质由釉柱和柱间质组成，无细胞存在。釉柱是细长的柱状体，起自釉牙本质界，呈放射状贯通釉质全层，达到牙齿的表面。部位不同，釉柱的排列方向也不同。在窝沟处，釉柱由釉牙本质界向窝沟底部集中；而在近牙颈部，其排列几乎为水平。釉柱自釉牙本质界至牙表面的行程并不完全呈直线，近牙表面 1/3 较直，称为直釉，直径约 8μm；而内 2/3 则弯曲扭转，称为绞釉，直径 4μm。绞釉的排列方式，可增加釉质对咀嚼的抵抗力而不易被劈裂。了解釉柱排列的方向在临床充填修复中有重要的力学意义。柱间质是釉柱之间一种钙化的粘连质，呈均质性。由于柱间质的存在，釉柱内晶体各部排列方向不同，使釉柱形成特殊形状。成熟釉质中的晶体呈扁平六角形，大小均匀，较骨和牙骨质中的大，长约 160nm，厚约 25nm，宽 40nm。釉质中有的部位钙化较差，而有机物较多，如釉质生长线、釉板、釉丛等，受力时易产生应力集中，是力学薄弱环节。釉质中无机物占总重量的 96%~97%，有机物占 0.4%~0.9%，水占 3.6%~2.1%，无机物存在形式主要是羟

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

磷灰石 [Ca_{10} (PO_4)$_6$ (OH)$_2$] 的结晶。

（二）牙本质

牙本质构成牙齿的主体，其硬度低于牙釉质，主要由成牙本质细胞突起、牙本质小管及细胞间质组成。牙本质小管贯穿整个牙本质，自牙髓表面向釉牙本质界呈放射状排列。不同部位，牙本质小管的密度，管径和走向各不相同，近髓腔处密度较大，约 45000/mm^2，管径 2~5μm；中部次之，为 30000/mm^2，管径 1~2μm 左右；近釉牙本质界稀之，为 20000/mm^2，管径约 0.9μm。成牙本质细胞突起是成牙本质细胞的原浆突，该细胞位于牙本质的髓腔表面，排列成一排，伸入牙本质小管内。细胞间质有胶原原纤维，直径为 0.05~0.21μm，纤维之间有钙化的粘连质将其粘连、紧密排列成束，平行于牙本质表面，而与小管成垂直或斜行缠绕牙本质小管周围，彼此交织成网。牙本质的钙化是晶体围绕原纤维或在原纤维之间进行。晶体的长轴与原纤维的方向平行。因为牙本质中的原纤维成网状，所以晶体的分布是呈各个方向的，较牙釉质复杂。牙本质中无机物占 74.5%~75.4%，有机物约占 20%；水约占 5%。无机物中主要为羟磷灰石，其中磷灰石的结晶比釉质中的小，其长为 20~100nm，宽为 3nm，与骨和牙骨质中者相似。有机物中主要是胶原纤维。二者构成牙本质的主体，由于各自所占的特定空间，无机物仅占其体积的 53.5%，有机物占 28.5%，水占 18%。因为成牙本质细胞和突起是牙本质的主要组成部分，故牙本质是有活力的组织，它对于生理和病理的刺激均能产生相应的反应变化。

（三）牙骨质

牙骨质覆盖于牙根表面，在牙颈部较薄，根尖和磨牙根分叉处较厚。牙骨质硬度和骨相似，低于牙釉质但高于牙本质。牙骨质由细胞和细胞间质组成，从形态上可区分为无细胞性牙骨质和细胞性牙骨质。牙骨质含无机物 45%~50%，有机物 24%~26%，水 9%~11%。无机物与釉质、牙本质一样，主要为羟磷灰石。有机物主要为胶原纤维和粘多糖，由于其硬度不高且较薄，因此一旦外露容易受到机械性的损坏。

（四）牙髓

牙髓是位于髓腔内的一特殊的疏松结缔组织，其周壁被钙化的牙本质所包围。牙髓中的血管、淋巴管和神经均通过根尖孔而与根尖部的牙周组织相连接。牙髓中包含有细胞和细胞间质，细胞间质包括纤维和基质。牙髓在发育过程中，细胞的数目和细胞间质的量是不断变化的。随着年龄的增长，成纤维细胞的数量逐渐减少，而纤维的量增加。同时，在发育完成的牙齿，细胞成分自冠部向根尖部递减，而纤维成分递增。牙髓可以不断形成牙本质，并可维持牙体的营养代谢。如果牙髓坏死，则釉质和牙本质因失去主要营养来源而变脆弱，釉质失去光泽而容易折裂。牙髓位于髓腔内，但任何理化刺激作用到牙本质表面时，则与该部相应的牙髓必然发生反应。若所受刺激为慢性的，较弱的，则可引起修复性牙本质形成；若所受刺激较强烈，则可发生炎性反应。牙髓是结缔组织，有修复再生的能力，但其修复再生能力受到牙髓的解剖条件的限制。

二、生物矿化与生物矿物

生物矿化指生物体内形成生物矿物的过程，是在特定亚单元隔室的过饱和溶液中，无机晶体成核长大，形成具有特定晶体尺寸和取向的生物矿物的过程。大多数生物矿化

过程十分缓慢，如骨、牙等的矿化；也有一些生物矿化进行很快，如蛋壳的矿化。生物矿化的基本过程分为四个阶段：

（一）形成有机基质预组织

即在矿化开始前形成一个有组织的反应环境（隔室）。细胞内的生物矿化通过自组装过程形成磷脂囊泡实现，细胞外的生物矿化由蛋白质/多糖形成的有组织的网络实现；

（二）界面分子识别诱导成核

无机矿物依靠有机/无机界面的分子识别作用受控成核，即在界面上的有机大分子中有功能化表面，在此表面上能使无机矿物定位成核；

（三）矿物生长的定向控制

无机矿物相通过晶体生长和终止的定向控制，实现组装，形成具有特色的精美材料；

（四）生物矿物在细胞参与下组装成高级结构

组建过程包括大规模的细胞活动和制造具有超结构和微结构特点的高级结构。在建造水平上，显示出天然生物材料较合成材料的形成过程更为先进。

生物矿物指生物体内经生物矿化过程产生的无机物，与岩石圈中相应的矿物有相同的组成和晶体结构。由于是在生命体系中形成，生物矿物有以下特点：参与形成高度有序的天然复合材料；不仅参与生物矿化过程，也参与细胞活动；参与生物体整个代谢过程，在代谢过程中形成；晶体尺寸、形貌、取向受到生物有机分子控制。生物器官中的生物矿物有以下几类：①磷酸钙类。如磷灰石、磷酸八钙、磷酸三钙、二水磷酸氢钙等；②碳酸钙类。如文石、方解石等；③硅石类。如无定形硅石（含溶胶和凝胶）等；④氧化铁类。如磁铁矿、水合氧化铁、针铁矿、纤铁矿、氢氧化铁等。

牙齿是一种典型的以羟磷灰石结晶生物矿物为主体的器官，具有独特的生物力学特性：①基本组成只有低原子序数的几种元素如C、H、O、N、Ca、Cl、K等；②是复杂的自组装多级结构的复合材料，参与复合的组份是为数不多的几种基本化合物如水、核苷酸、氨基酸、糖类和生物矿物；③由于其特有的自组装多级结构，具有优异的性能；④有功能适应性；⑤有自愈合能力；⑥有多功能性。

三、咀嚼运动

咀嚼运动是复杂的综合性运动，是下颌运动的重要部分。下颌的开口、闭口及舌的运动，皆为随意运动，但在咀嚼时，则必须为完成一个共同的目的——咀嚼而协调运动。咀嚼运动是一种复杂的反射活动，其中咀嚼是动力为力点，牙齿是直接嚼碎食物的器官为重点、舌、唇、颊活动将食物反复运动送到上下牙列之间帮助完成咀嚼功能，颞下颌关节承受咀嚼压力起支持作用为支点，通过反射中枢的整合作用，在中枢神经的支配下，各个参与器官协调发挥作用，完成咀嚼运动，达到对食物切断、捣碎和磨碎的咀嚼目的。因此咀嚼运动是以咬秴为始终的随意运动，是中枢神经支配的复杂反射活动的整合。

（一）咀嚼肌力

咀嚼肌力是指咀嚼肌收缩时所能发挥的最大力量。力量的大小视参与咀嚼的肌纤维

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

的多少而定，一般以肌肉在生理状态下的横断面积的大小来衡量。以提下颌肌而论，成年人颞肌的横断面积约 8cm²，咬肌的横断面积约为 7.5cm²，翼内肌的横断积约 4cm²。由此可见，颞肌的咀嚼肌力最大，咬肌稍次于颞肌，而翼内肌则较小。在实际咀嚼时，咀嚼肌的收缩，受牙周组织的神经痛觉感受器所限制，不可能使用全部咀嚼肌力，仅仅是部分肌纤维的收缩。

（二）咀嚼压力

在咀嚼运动中个别牙或部分牙所能发挥的实际咀嚼力量称为咀嚼压力，又称殆力，殆力的大小，因人而异。同是一人而又依其年龄、健康情况及牙周膜耐受阈的大小而有所不同。殆力若超过牙周膜的耐受阈，则发生痛觉，就可通过反射机制使提下颌肌群减少收缩力量，殆力因而降低。殆力可以经过长期的训练而增大，例如杂技演员的牙，经过训练后，可以承受数倍于常人的殆力，而其牙周组织并不会产生损伤。殆力一般可用殆力计测定。上下颌各牙齿的殆力见表 5-1。

表 5-1　上下殆力牙齿的殆力（kg）

牙位 / 性别	1	2	3	4	5	6	7	8	上下牙齿耐受力总和
男	25	23	36	40	40	72	68	48	1408
女	18	15	22	26	26	46	45	36	936

（三）咀嚼效率

机体在一定时间内将一定量食物嚼碎的程度称为咀嚼效率，咀嚼效率是评价咀嚼作用实际效果的指征。咀嚼效率的高低代表咀嚼功能的大小，当牙齿工作面积减少，咀嚼压力降低，咀嚼运动受限等都会导致咀嚼效率降低，从而影响咀嚼功能。

四、牙 周 耐 力

牙周耐力是指牙周组织的生理极限应力，是牙周组织所能承受的最大的殆力。国内外不少学者对殆力作了许多实验研究，证明一个健康人的平均殆力为 22.4~68.3kg（中切牙平均殆力为 22.4kg，磨牙平均殆力为 68.3kg）。在正常情况下，咀嚼一般日常食物所需要的殆力约为 3~30kg，而绝大多数者是 10~23kg。在一般生理情况下，咀嚼系统咀嚼食物仅使用了部分殆力，肌肉组织、牙周组织尚贮存有一定的储备力量，称之为牙周储备力或牙周潜力，可在特殊生理状态下释放出来。

第二节　牙体组织的基本力学性能

一、牙釉质的拉压力学性能

牙釉质的力学性质呈典型的各向异性、非均质性。所取牙位不同如尖牙或磨牙，其力学性质差异较大；所取部位不同如切缘或斜面，其力学性质亦不同；特别是所取方向不同，更明显影响力学性质；其他如钙化程度、结构变异等，都可影响其力学性质。拉

伸强度明显低于压缩强度，拉伸强度/压缩强度的比值为0.027，这样小比值的牙釉质在负荷下呈明显脆性断裂，脆性是牙釉质力学性质的典型特征之一。牙釉质在拉压时，不仅有纵向变形，同时也有横向变形。在弹性范围内，横应变与纵应变之间存在正比关系，二者之比的负数称为泊松比，表征物体的物理性质，牙釉质的泊松比约为0.3。牙釉质压缩及拉抻力学性质的一些重要数据，见表5-2及5-3。

表5-2　不同牙、部位和取向牙釉质的压缩力学性质

牙位	部位	方向	比例极限（MPa）	强度（MPa）	弹性模量（GPa）
尖牙	牙尖	混合	194	288	47.5
	轴面	垂直	183	253	33
	切缘	混合	91	220	20
磨牙	牙尖	混合	224	261	46
	轴面	垂直	186	250	32
磨牙	殆面	平行	98	127	11
	牙尖	平行	353	384	84
	轴面	平行	336	372	78
	牙尖		224~353	261~384	46~84
	殆面		99~106	126~127	12
	轴面		146~336	195~372	41~78
		I向	338	371	69.3
		H向	384	442	58.5
		V向	264	271	63.8

I方向：加载方向平行于釉柱体尾部连线；H方向：加载方向垂直于釉柱体尾连线；V方向：加载方向平行于釉柱体长轴。

表5-3　牙釉质的力学性质

研究方法	比例极限（MPa）	强度（MPa）	弹性模量（GPa）
拉抻		10.3	—
弯曲		75.8	131
压缩	194~354	235~400	45~84

二、牙本质的拉压力学性能

牙本质的拉、压、弯弹性模量无明显差别，但弯曲比例极限明显低于压缩比例极限。抗压抗弯强度相近，最高；剪切强度次之；抗拉强度最小，具体见表5-4。部位和方向对牙本质的压缩力学性质影响很小。牙本质的泊松比约为0.3，但Reson测试计算牙本质的泊松比为-0.25~0.26，差别很大，且出现负值，意味该物体纵向拉长时，横向变大；纵向压短时，横向变细，不合物质一般规律，这可能是由于牙本质的各向异性影响了从其他弹性常数计算泊松比。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

表 5-4 牙本质的力学性质

研究方法	比例极限（MPa）	强度（MPa）	弹性模量（GPa）
拉抻	—	41~52	11~19.3
压缩	125~173	232~348	12~19
弯曲	66.2	245~266	12.3
悬臂梁法	—	—	12

三、牙体组织的剪切力学性能

剪切模量即剪应力与剪应变之比。在材料各向同性时，它有赖于弹性模量和泊松比，常用扭转试验确定或超声测量推算。扭转试验测定牙釉质的剪切强度为 90.2MPa、牙本质的剪切模量为 6.19GPa，剪切强度为 138MPa ，剪切比例极限为 60MPa，平均剪应变为 0.76×10^{-3}。表 5-5 是用超声波测定的牙釉质和牙本质的力学性质。

表 5-5 超声波测量的牙体组织力学性质（GPa）

材　料	弹性模量	剪切模量	体积模量	泊松比
牛牙本质（轴向）	21	8	18	0.31
人牙釉质	76.5	29.3	65.3	0.3
牛牙釉质	73.0	29.7	45.0	0.23
牛牙釉质（轴向）	74.0	30.0	46.0	0.23

四、牙体结构的力学效应

（一）牙齿结构的力学分析

牙齿是空心厚壁管形，其头部变得粗大，主要由牙本质构成的此种结构形式既有良好的强度和刚度，又有良好的稳定性和吸收能量的能力。在工程上一简单梁承受弯曲载荷时，其弯曲刚度与梁截面惯性矩成正比。若仅以刚度和强度要求为目标函数，从最小质量分析，则薄壁管形最为合理。但牙齿截面都为厚壁管形，取这种结构形成的原因之一是因为牙为竖立，受力时同时要求良好的稳定性。按照圆柱空心筒壳弹性稳定条件，承受轴向压缩时，壳壁失稳的临界应力 σ_{cr} 和壁厚 t 与半径 d 之比成比例：

$$\sigma_{cr}=kEt/d,\ K=[3(1-\nu^2)]^{-\frac{1}{2}}$$

式中 E 为材料弹性模量，k 是与材料泊松比 ν 有关的常数，比值 t/d 越大，丧失稳定的临界应力 σ_{cr} 越大，或者说可承受的轴向压力越大，越不容易丧失稳定，这是牙齿取厚壁圆筒形式的原因之一。

另外，牙齿髓腔中有牙髓，若将牙髓的质量也计入牙齿的总质量中，则由最小质量分析，牙齿也应采取这种结构形式。牙釉质的密度为 2900kg/m³，牙本质的密度为 2100kg/m³，牙髓的密度为 930kg/m³，这种密度递减式结构，更易抵抗、缓冲、吸收和传导冲击力，其中牙髓虽然对牙齿的强度和刚度无影响，但牙齿总质量的贡献巨大。计入

牙髓后，一定的管壁厚度即可获得较高的弹性稳定，而失去牙髓后，其相同的弹性稳定则要求的管壁厚得多，这也是牙齿根管治疗后，要求加根管桩来求得与活髓牙相同的强度、刚度和稳定性的原因。

（二）牙齿受力分析

牙齿承受殆力后，在组织结构中产生压缩应力。其体积、面积越大，应力越小；体积、面积越小、应力越大。咀嚼引起的是瞬时性的作用力，如为动态的冲击力，牙齿易受到损伤；如为静态的或准静态缓慢而来的殆力，则牙齿不易受到损伤。正常情况下，咀嚼时咬殆的能量，会被牙齿和食物吸收。牙齿特殊外形和内在结构能吸收这种能量，牙釉质弹性力模数较小、弹性模量大，能够承受巨大的冲击力；而牙本质的弹性力模数大于牙釉质，则能够吸收缓冲冲击力（表 5-6），类似用塑性材料衬托脆性材料，以增强脆性材料在应力作用下的挠曲性是结构工程的主要原则。牙体牙髓病治疗过程中要求所用的充填修复材料的压缩性质与牙齿相似。

表 5-6　牙齿结构的弹性力模数

牙　　齿	结　　构	E（GPa）	比例强度（MPa）	弹性力模数（MPa）
磨牙	牙本质	11.77	148.08	0.94
	牙釉质	46.09	223.59	0.55
前磨牙	牙本质	13.73	146.12	0.77
	牙釉质	——	——	——
尖牙	牙本质	13.73	140.24	0.71
	牙釉质	48.05	194.17	0.40
切牙	牙本质	12.75	124.54	0.60
	牙釉质	——	——	——

五、影响牙体组织力学性能的因素

（一）力学性质的评价项目及目的

修复治疗后牙体组织失去了活力，本质上更呈脆性，不可能因塑性变形来缓和力学试验时的局部应力集中。在力学性能试验方法中，不同的力学试验可达到不同的力学目的，但最有用处的是抗拉强度，但单纯地施加拉伸应力十分困难，故又以抗弯强度为主来评价其强度。表 5-7 汇总了评价主要力学性质的项目及其试验目的。

（二）理想晶体的强度

晶体是由结晶物质构成的物体。晶体按结合力分为金属晶体、离子晶体、共价晶体、分子晶体，实际也有介于上述结合型之间的晶体，有时亦有一个晶体存在两种晶型。晶体按晶格又可分为面心立方晶体、体心立方晶体、六方密堆积晶体和氯化钠型晶体。牙体组织是羟磷灰石晶体材料，存在不同的缺陷和有机物。完整或理想的晶体材料即完全不含微观缺陷和宏观缺陷的晶体材料具有的强度称之为理想晶体强度，有别于实际强度。牙体组织的弹性模量较大，其理论强度也应该大。但实际其强度很低，原因就是牙体组织中存在使材料强度下降的缺陷，见表 5-8。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

表 5-7 力学性质的评价项目及其试验目的

试验项目	试验目的
抗弯强度 抗拉强度 抗压强度 压环强度	掌握能耐多大的静负荷
高温强度	了解在高温下的强度及由脆性向延性的变化
冲击强度	掌握能耐多大的冲击负荷
蠕变	掌握能耐多大的高温长时间负荷
疲劳强度	掌握能耐多大的周期性负荷
断裂能	测定断裂所需的能量，预测断裂韧性
硬度	了解抗塑性变形能力
弹性模量	了解抗塑性范围内应力-应变的程度
热冲击	了解耐急冷、急热及温差的使用环境的能力
热应力	掌握在与热冲击同样条件下发生的应力的行为
摩擦磨损	了解两个物体相互接触滑动场合的磨擦特性
粘结强度	了解材料粘结处的强度
光弹性	掌握应力分布、应力集中程度等
非破坏试验	不破坏样品和制品等来检查其质量

表 5-8 牙体组织与牙体替代材料强度的理论值和测定值（MPa）

材料	理论值 σ_{th}	测定值 σ_c	σ_c/σ_{th} (%)
牙釉质（压）			
牙尖（混合）	4600	261	5.67%
轴面（垂直）	3200	250	7.81%
𬌗面（平行）	1100	127	11.55%
牙釉质（拉）	7650	10.3	0.13%
牙本质（拉）	1515	50	3.30%
牙本质（压）	1350	290	21.48%
Dicor瓷	7030	152	2.16%
磷酸锌水门汀（拉）	1370	13.1	1%
磷酸锌水门汀（压）	1370	117	8.54%
混合型复合树脂（拉）	950	80	8.42%
混合型复合树脂（压）	950	325	34.21%
汞合金（拉）	2120	188	8.87%
汞合金（压）	2120	297	14.00%

原子间存在引力和斥力的相互作用，作用力大小随原子间的距离变化而不同。原子间的距离缩小时，斥力比引力递增得更快，而随距离的逐渐拉开急剧下降，其合力是一根有最大值的曲线，但在距离为原子间距 α 时是平衡的。若外力达到最大引力σ_{th}时，原

子间的距离为无限大。此 σ_{th} 被称为理论断裂强度。原子间结合力 σ 的曲线，可用正弦曲线近似地表示。

$$\sigma=\sigma_{th}\sin\frac{2\pi x}{\lambda} \qquad (2\text{-}1)$$

那么，分离单位面积原子的结合所需要的功 W，可由积分面积求得，

$$W=\int_0^{\lambda/2}\sigma_{th}\sin\frac{2\pi x}{\lambda}dx=\frac{\lambda\sigma_{th}}{\pi}$$

因分离而形成新生面，每一单位面积所需要的能量（即表面能）可用 γ_s 表示。因为新形成的面积是 2 倍于单位面积，假设 W 全部都转变为这种能量，则有下列关系式，

$$\frac{\lambda\sigma_{th}}{\pi}=2\gamma_s \qquad (2\text{-}2)$$

位移很小时，可以采用虎克定律处理，所以原子间的和应变（即 $\frac{x}{a}$）之间的应力关系可写成：

$$\sigma=E\varepsilon=\frac{Ex}{a} \qquad (2\text{-}3)$$

另外，对于这样小位移时，（2–1）式可近似地用下式表示。

$$\sigma=\sigma_{th}\frac{2\pi x}{\lambda} \qquad (2\text{-}4)$$

由（2–3）和（2–4）式，消掉 σ，可得，

$$\sigma_{th}=\frac{\lambda E}{2a\pi} \qquad (2\text{-}5)$$

由（2–5）和（2–2）式，消去 λ，可得

$$\sigma_{th}=\sqrt{\frac{E\gamma_s}{a}} \qquad (2\text{-}6)$$

另一方面，γ_s 可用吉尔曼（Gilman）提供的下式表示。

$$\gamma_s=\frac{Ea}{20} \qquad (2\text{-}7)$$

把（2–7）式代入（2–6）式可求得理论断裂强度 σ_{th}，其结果可近似地用下式表示。

$$\sigma_{th}\cong\frac{E}{10} \qquad (2\text{-}8)$$

实际材料的断裂强度 σ_c 为（2–8）式计算值的 $\frac{1}{10}\sim\frac{1}{100}$。

（三）牙体组织、修复材料强度下降的因素

牙体组织和修复材料的实际强度比理论强度低得多，不能用理论的简化或者测定的精度和重复性差等原因来简单地解释，无疑是有其本质原因的。

1. 牙体晶体、材料结构的影响　牙体晶体、材料的结构指其化学键的性质和晶体结构，决定着牙体、材料的本征性能。由于牙体晶体和材料化学键的差别、键的方向性差异往往造成晶体结构极为复杂，且原子排列不紧密，之间存在空隙难以引起位错的移

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

动，故表现出牙体组织的力学性质与陶瓷相同而与金属不同。

2. 牙体晶体材料组织的影响　构成牙体组织的晶体种类、晶体构造、晶粒尺寸和形状、晶界、缺陷、杂质、气孔、裂纹和其他空隙的形状、大小、分布量和分布状况等，这些都是显微镜直到电子显微镜下观察到的结构，称之为显微结构，它影响着牙体组织材料的大部分性能，特别是力学性质，牙体组织力学性质是其显微结构的敏感参数。

3. 影响牙体组织弹性模量 E 的主要因素　牙体组织材料的理论断裂强度与其弹性模量成正比，大致是 1/10 左右。牙体组织如同陶瓷那样的脆性材料根据格里菲思理论，其断裂强度 σ 因表面和内部存在裂纹（长度 2c）而如下式所示那样下降：

$$\sigma=\sqrt{\frac{ZE\gamma_s}{\pi c}}$$

由此式可发现材料强度与弹性模量成正比。实际中也发现，构成材料的晶相材质的强度和有裂纹类缺陷的实际牙体、陶瓷类材料强度都与弹性模量成正比，而晶粒大小和表面状态对其弹性模量基本上没有影响。构成材料的相的种类和分布比例以及气孔率的影响特别明显，关于弹性模量与气孔率的关系已有较多的实验公式和理论公式。在气孔率 P 的小范围内，弹性模量随气孔率增加，而呈线性降低，一般可用下列实验公式表示：

$$E/Eo=1-Kp$$

式中 Eo 为无气孔时的弹性模量；K 为常数。若气孔率增大，则弹性模量降低的比例变小，这是由于气孔会引起局部应力集中，但由于其含量、形状、分布情况不同，对裂纹的扩展影响不同。

4. 影响牙体组织强度 S 的因素　牙体组织的弹性模量随气孔率而变，而其机械强度与弹性模量成正比，所以强度也随气孔率而变化。承受负荷的材料强度与垂直于负荷方向上的截面的有效截面积成正比，一般而言，质地越致密，气孔越小，强度应该越高。关于气孔与强度之间的关系，有许多研究成果，如

$$\sigma=\sigma_o\exp(-bp)$$

式中 σ 和 σ_0 分别为气孔率 P 和 0 时的强度，b 是常数。又如

$$\sigma/\sigma o=1-Kp^{\frac{2}{3}}$$

式中 K 为等于 $\pi\left(\frac{3}{4}\cdot\pi\right)^{\frac{2}{3}}$ 的常数。除此之外，还有许多各式各样的方程式，但实际材料的强度与气孔率的关系还更复杂。

除气孔率外，裂纹对牙体组织的强度影响也十分明显。牙体组织如同陶瓷材料是天然的裂纹体，实际测定的牙体组织强度比用理论公式计算出来的值要小很多，其主要原因是假定材料基体的应力是均匀分布的，当负荷一增加时，在某个瞬间其截面上的所有位置都达到断裂应力，试样就应该一下子全部断裂。但实际情况并非如此，只有一个或几个位置开始断裂。这表明实际上只有一个或几个点上达到断裂应力，这种点就是应力集中的地方。这种应力集中是由截面上的气孔及裂纹等空隙的尖端引起的，在其平均应力还没有达到的时候，局部应力集中的地方已达到断裂应力，从而导致断裂发生。格里

非思认为，脆性材料由于存在裂纹，裂纹又由于应力集中而扩散，同时又发生了应变能的释放，如果与形成新裂纹面所需要的能量相等，就发生断裂，可用下式表述：

$$\sigma=\sqrt{\frac{ZE\gamma_s}{\pi c}}$$

式中 σ 为裂纹尖端集中的应力，相当于这种材料的断裂强度；γ_s为破坏开始的表面能。根据此式，在裂纹尖端上发生过断裂，裂纹开始扩展，c 就变大，强度 σ 就变小。因此若施加一定的负荷，由于断裂这一部分所必须的应力呈连续减少趋势，所以断裂持续进行下去。

牙体组织内部晶粒大小亦影响其强度。晶粒平均直径与最大裂纹长度呈正相关。平均直径越大，最大裂纹长度越长，强度就越小；晶粒越细，裂纹越短，强度就越大：

$$\sigma=\sigma_\infty+\sigma_1 D^{-\frac{1}{2}}$$

$$\sigma=\sigma_1 D^{-\alpha}$$

式中 σ 为强度，D 为晶粒直径，σ_∞、σ_1 为常数，说明强度与晶粒大小成反比。

由于牙体组织显微结构呈多晶体，存在晶界，晶界属于高能界面，如果影响强度的其他因素相同，具有晶界的多晶材料的 γ_s 比单晶体材料 γ_s 要大，结果是其机械强度的提高。

5. 温度对牙体组织力学性质的影响　口腔温度由于受摄取冷热食物的影响变化较大，牙体预备时亦存在温度变化。牙体组织的弹性模量要受温度的影响，二者的关系可用下列实验公式表示

$$E=E_o-BT\exp(-TcT)$$

式中 E_o 为 0℃时的弹性模量；T 为绝对温度；B、Tc 为由物质而定的常数。

牙本质的有效表面可能在口腔温度极值时发生不可逆下降，在 70℃胶原纤维亦发生不可逆改变，牙本质的弹性模量和其他性质随温度增高而减小，减少的趋势在 0~80℃范围内为：

弹性模量 E(GPa)=15.55-0.0734(T℃)

比例极限 PL(MPa)=198.2-0.8673(T℃)

弹　　能 R(MJ/m^3)=1.265-0.0051(T℃)

压缩强度 CS(MPa)=298.4-1.0988(T℃)

其原因可能是由于牙本质内胶原纤维的弹性模量随温度改变而发生可逆的下降，也可能是由于温度的升高使胶原纤维与羟磷灰石微晶体之间的结合强度减弱所致。

第三节　牙体组织的各向异性力学性能

一、广义虎克定律和弹性系数

对于弹性体，当应力低于弹性极限时，广义虎克定律成立，该定律是：应变分量是应力分量的线性函数。表示广义虎克定律的方程是

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

$$\begin{Bmatrix}\varepsilon_x\\ \varepsilon_y\\ \varepsilon_z\\ \gamma_{yz}\\ \gamma_{zx}\\ \gamma_{xy}\end{Bmatrix}=\begin{bmatrix}S_{11}&S_{12}&S_{13}&S_{14}&S_{15}&S_{16}\\ S_{21}&S_{22}&S_{23}&S_{24}&S_{25}&S_{26}\\ S_{31}&S_{32}&S_{33}&S_{34}&S_{35}&S_{36}\\ S_{41}&S_{42}&S_{43}&S_{44}&S_{45}&S_{46}\\ S_{51}&S_{52}&S_{53}&S_{54}&S_{55}&S_{56}\\ S_{61}&S_{62}&S_{63}&S_{64}&S_{65}&S_{66}\end{bmatrix}\begin{Bmatrix}\sigma_x\\ \sigma_y\\ \sigma_z\\ \tau_{yz}\\ \tau_{zx}\\ \tau_{xy}\end{Bmatrix}$$

$$\{\varepsilon_x\}=[S]\{\sigma_x\}$$

式中$\{\varepsilon_x\}$、$\{\sigma_x\}$为应变列阵，应力列阵；[S] 为柔度矩阵，Sij（i，$j=1,2,\cdots\cdots,6$）是一类表征弹性体弹性特征的系数，称为柔度系数。若用应变表示应力，有

$$\begin{Bmatrix}\sigma_x\\ \sigma_y\\ \sigma_z\\ \tau_{yz}\\ \tau_{zx}\\ \tau_{xy}\end{Bmatrix}=\begin{bmatrix}C_{11}&C_{12}&C_{13}&C_{14}&C_{15}&C_{16}\\ C_{21}&C_{22}&C_{23}&C_{24}&C_{25}&C_{26}\\ C_{31}&C_{32}&C_{33}&C_{34}&C_{35}&C_{36}\\ C_{41}&C_{42}&C_{43}&C_{44}&C_{45}&C_{46}\\ C_{51}&C_{52}&C_{53}&C_{54}&C_{55}&C_{56}\\ C_{61}&C_{62}&C_{63}&C_{64}&C_{65}&C_{66}\end{bmatrix}\begin{Bmatrix}\varepsilon_x\\ \varepsilon_y\\ \varepsilon_z\\ \gamma_{yz}\\ \gamma_{zx}\\ \gamma_{xy}\end{Bmatrix}$$

$$\{\sigma_x\}=[C]\{\varepsilon_x\}$$

式中，[C] 为刚度矩度，C_{ij}（$i,j=1,2,\cdots\cdots,6$）是另一类表征弹性体弹性特性的系数，称为刚度系数。显然，柔度矩阵和刚度矩阵是互逆的：

$$[C]=[S]^{-1}\qquad [S]=[C]^{-1}$$

绝大多数工程材料的内部结构具有对称性，这种对称性决定了其弹性特性也有对称性，从而可以简化广义虎克定律的方程式和能量函数的表达式。对于均质各向异性弹性体，独立的弹性系数有 21 个；正交异性弹性体，独立的弹性系数可简化为 9 个；横观各向同性弹性体，独立的弹性系数减少到 5 个；各向同性弹性体，独立的弹性系数只有两个。

二、实验方法

（一）直接测量法

测定牙体组织的弹性常数，可以采用直接测量法，即根据力学试验要求，制备不同的牙体组织试件，分别测试其各个工程常数：E_L，E_T，E_n，G_{Tn}，G_{nL}，G_{LT}，ν_{TL}，ν_{nL}，ν_{LT}，ν_{nT}，ν_{Ln} 和 ν_{Tn} 等，再根据工程常数推算刚度系数和柔度系数。

（二）超声波法

超声波法是利用超声波测定声速和另外方法测定的密度来求得弹性常数。一般与弹性常数直接有关的现象有自由振动和弹性波传播，在了解其密度基础上，测定自由振动频率和弹性波声速即可求得弹性常数。测定声速的方法大致可分为共振法和脉冲法。

Gilmore 和 Lees 将超声波声阻抗技术用于牙体组织的测定。此法是一种间接测量法，即通过测量超声波在试体中的传播速度和试件密度，求得试件的弹性模量：

$$C=\sqrt{E/P}$$

声阻抗是物质弹性与密度相关的特性：

$$Z=\rho C=\sqrt{\rho E}$$

只要测得物质的声波传播速度或声阻抗，根据公式就可推算出各种模量。超声波测得牙体组织的力学数据高于其他手段所测，这是由于牙体组织特别是牙本质含有较高的有机质，具有粘弹性，而粘弹性物质的弹性常数很大部分依赖于应变速率，随变形速率的增加而增加。超声波测量即发生在最大可能应变速率即在物质中的声速，故其所测弹性常数很高。应该指出上述公式是有局限性的，超声波在骨或牙体组织中传播的机制还不十分清楚。Yoon 等指出，超声波在生物固体材料如骨等中的传播，除了粘弹性作用外，可能还有其他的弥散机制。

牙体组织的显微结构特点，是多晶结构，晶界结构、含有孔隙和有机物，具有各向异性、非均质和粘弹性。这将影响与声波有关的诸特性。

1. 声速随气孔率增加而下降　牙体组织的诸物理性能与它的气孔率存在相关关系。弹性的性质与气孔率直接相关，气孔率与密度关系有下列公式：

$$P=(1-\rho/\rho_0)$$

表现出气孔率增加。密度减小而声速降低的现象。

2. 多晶体与声波传输损耗　在牙体组织这种多晶体材料中声波传输时，声波能量由于吸收和散射而被损耗掉。特别在声波的传输媒质是多晶时，散射效应在决定声波传输特性方面起重要作用。晶粒引起声波散射现象在金属和陶瓷领域有广泛研究，可从声波能量损耗观点研究散射，并通过散射特性的观测了解材料组织、显微结构的信息源。一般认为构成多晶体的晶粒是单晶，具有弹性各向异性，牙体组织是弹性各向异性的晶粒以规则取向集合固化的物质，声波散射时，这些晶粒的弹性各向异性有很大贡献，同时晶粒大小、形状及其分布状态与声波的波长也起重要作用。

三、牙体组织的各向异性力学性质

牙体组织的力学性质受试件所取部位和方向的影响，表现出各向异性，即物体内一点的各方向力学性能不同，性能是方向的函数；非均质性即是物体在各处有不同的性能，性能是位置的函数。牙体组织为完全各向异性的弹性材料，其力学性能要用 21 个弹性常数来描述。牙体组织的结构情况允许对其进一步简化，即考虑其为横观各向同性体，弹性常数简化为 5 个，表 5-9 为牙釉质及牙本质的刚度系数，表明了其各向异性。

表 5-9　牙体组织的刚度系数（GPa）

	C_{11}	C_{12}	C_{13}	C_{33}	C_{44}	Density
氟磷灰石	143.4	44.5	57.8	180.5	41.5	
羟磷灰石	137	42.5	54.9	172	39.6	3.17
牙釉质	115	42.4	30	125	22.8	2.9
牙本质	37	16.5	8.7	39	5.7	2.2
骨	31	14.7	11.3	33	6.2	1.96

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

第四节　牙体组织的断裂力学性质

断裂是牙齿最危险的失效方式之一，在牙齿充填修复时应着重考虑如何设计抗力形防止牙齿断裂。运用断裂力学的理论和方法研究牙齿的断裂过程和规律，分析牙齿断裂机制，测试牙齿断裂力学参数，探讨牙体组织与力学性质的关系，并对牙齿的断裂作定性定量估计，从而指导口腔临床修复设计，有效地防止牙齿断裂，并为口腔修复材料的研究提供有效的材料特性参数。断裂力学把牙齿看作裂致体，不是均匀的连续体，裂纹的存在引起牙齿的脆性断裂。目前牙齿的断裂力学研究主要从测定断裂功、断裂韧性（K_{IC}）、临床应变能释放率（C_{IC}）及电子断口分析等四个方面进行。

一、有关断裂强度理论

材料的断裂现象很普遍也很复杂，必须进行学科间的综合研究。表 5-10 综合了材料断裂研究的主攻方向及方法。

表 5-10　材料强度学的构成（interdisciplinary approach to strength and fracture of solids）

1. 位错论之类的原子论方法（atomistic approach）
2. 材料组织学的方法（microstructural approach）（包括金属组织学，冶金学）
3. 连续介质力学的方法（continuum mechanical approach）（所谓断裂力学，包括 fracture mechanics）
4. 唯象论（包括数理学的研究）的方法
5. 热力学和统计力学的方法（approach based on thermodyramics and statistical mechanics）
6. 概率统计论的方法（statistical approach）
7. 环境效应的方法（environmental approach）
8. 材料试验方法（materials testing approach）（包括应力和应变分析）
9. 设计学的方法（design aspect approach）等
从上述内容繁多的方法出发，在掌握应用的同时，应用系统材料科学方面的研究（包括探求新方法论）而发展下列新方法
a. 微观和宏观结合的力学方法
b. 微观和宏观结合的运动论的方法
c. 微观和宏观结合的概率过程论方法
对材料强度和断裂问题作定量和综合性地解释、使之能应用于实际问题

二、牙体组织脆性断裂的原因

对于仅由于外力作用而产生裂纹尖端原子分离的断裂形式，在裂纹生长过程中，欲使裂纹扩展必须满足两个必要条件：①作为热力学的必要条件，随着裂纹长度的增加，系统的自由能必须下降；②裂纹尖端的局部应力必须超过原子结合力。裂纹扩展所需要的应力即断裂强度，应相当于上述两个条件之一所决定的临界应力中的较大值。断裂由哪种因素决定要由实验结果来验证，以及每个条件固有的现象是否再现来验证。

为什么牙体组织呈脆性断裂？弹性模量大表面能小而原子间距大的材料呈断裂状态的破坏。金属材料为金属键，陶瓷类材料包括牙体组织则大部分是正负离子相互吸引的

离子键，或者是相互共有一部分外层电子而具有方向性的共价键。牙体组织弹性模量大，又由于键的方向性强而密度小，则表面能也小，结果造成脆性断裂。这种差别不仅是原子间键的差别，而且由于键的方向性造成晶体结构极为复杂。还由于原子不是紧密排列，有着许多空隙，就难以引起位错的移动。表现出其力学性质与金属明显不同，断裂形式呈脆性断裂。

三、牙齿断裂功

断裂功指在控制断裂条件下物体试件断裂形成一个新的单位表面所需要的功。断裂功法是测定在裂纹扩展期间所消耗的功的一种方法，常采用的是三点弯曲法。试件在恒变形率试验机上加载至断裂，然后计算断裂功，相当于 Griffith 理论中的裂纹表面能。牙釉质、牙本质试件根据解剖方法分别制备成两种：①试件长轴平行于釉柱或牙本质小管，试验时形成垂直断裂；②试件长轴垂直于釉柱或牙本质小管，试验时形成平行断裂。两种试件的断裂功值有明显差别，表明牙釉质和牙本质都是具有各向异性断裂性质的脆性材料。牙釉质各向异性更为明显，平行釉柱方向加载易于断裂。牙本质各向异性较弱，垂直于牙本质小管方向加载易于断裂。两种断裂方式的断裂功值不同，可能是由于牙釉柱和牙本质小管结构及其周围组织不同所致。Rasmussen 等还研究了釉牙本质界的断裂，人为造成其断裂十分困难，断裂多发生在邻近的牙本质内，断裂面基本平行于釉牙本质界，约垂直于牙本质小管，属于牙本质垂直断裂，且明显高于其他部位的牙本质垂直裂。断裂面越靠近釉牙本质界、其断裂功值越高，可能在釉牙本质界达到顶点。

表 5-11 牙体组织的断裂功 Wf 值（Jm^{-2}）

材 料	平 行 断 裂	垂 直 断 裂
牙釉质	13~15	90~200
牙本质	410~550	247~270
釉牙本质界		
2mm 牙本质处		336

四、牙齿的断裂韧性

断裂韧性（rupture toughness）是断裂力学最重要的参数之一。K_{IC} 和 G_{IC} 都在断裂力学中代表断裂韧性。前者是断裂力学中采用应力场分析法时代表断裂韧性，表征材料抵抗裂纹扩展的能力。后者是在用 Griffith 能量分析法时表征材料的断裂韧性，二者完全对应和等价。

由于受牙齿体积小的限制，不能制备标准的大尺寸试件，故其断裂韧性的测试常用非标准试样进行实验，用有关的 K_{IC} 和 G_{IC} 公式进行计算，或者用显微压痕法。Mowafy 用牙本质的紧凑拉伸试件测定了牙本质的 K_{IC} 和 G_{IC}（表 5-12），牙本质裂纹平行于牙本质小管方向。

Nassan等用显微压痕法测定了牙釉质的断裂韧性 K_c。显微压痕法是确定小批量脆性试件等裂韧性的有效而简便的方法。Nassan 用 Vicker's 金刚压头在牙颈部、中部、切端

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

表 5-12　不同材料 K_{IC}

材　　料	K_{IC}（$MN\cdot m^{-1.5}$）
牙釉质	0.7~1.27
牙本质	3.08
汞合金	1.26~1.98
复合树脂	1.24~1.40

加以 300g 和 500g 的负荷，然后测量压痕，计算出 K_c 值。在其结果中不同牙的牙釉质、相同牙的不同区域牙釉质的 K_c 值存在一定变化，可能是由于牙釉质的钙化程度不同和超微结构韧性机制的影响。

Rasmussen 等比较了牙釉质和牙本质的断裂韧性，尺寸和裂纹相同，根据 Griffith 公式：

$$\sigma=\sqrt{\frac{EW_f}{c}}$$

推算出两种材料的临界断裂应力 σ，牙本质的临界断裂应力比牙釉质大 1.4~4 倍。

五、温度对牙齿断裂力学性质的影响

Rasmussen 等测试了牙釉质和牙本质从 0~70℃的断裂功，发现其有一定变化。当体温下降到 0℃时，牙本质断裂功有升高的趋势；当体温升到 70℃时，断裂功有降低的趋势。牙本质 0℃时的垂直断裂功是 70℃时的 2 倍，其平行断裂功 0℃时为 500J，70℃时为 340J。从强度的观点来看，这个变化没有多大意义，强度取决于断裂功的平方根。对牙本质试件预热处理 70℃~100℃，然后在 37℃测其断裂功，立即测有一定变化，24~28 天后变化消化。说明牙齿的自然断裂不能解释为由于咀嚼冷热食物所致。Mowafy 测试了牙本质 0℃~60℃的 K_{IC} 和 G_{IC} 值，温度对 K_{IC} 几乎无影响，而对 G_{IC} 的影响较大，G_{IC} 与温度的关系如下式：

$$G_{IC}=65.3+2.31\ (T℃)$$

G_{IC} 决定于 K_{IC} 的平方值和弹性模量，而弹性模量则受温度影响较明显。

六、牙齿断裂过程电子断口分析

典型牙本质垂直断裂的扫描电镜图像观察到许多小孔，管周牙本质直径相同，小管的长轴与断裂面交角为 69℃~90℃。管周牙本质呈空心体，其磷灰石结晶之间结合强度较低。牙本质平行断裂图像差别较大，观察到管周牙本质的解理断裂（即断裂沿一定结晶学平面发生）。牙本质的各向异性性质取决于胶原纤维的方向性和空心状的小管。牙本质两种断裂方式的断裂功值明显不同，可能是由于牙本质小管间胶原纤维的方向性所致。胶原纤维网形成一个垂直于功值明显的平面，小管周围的基质包括胶原纤维钙化层，分裂该钙化层比较容易，所以垂直断裂裂纹扩展经过其间所消耗能量较小，断裂功值低，而平行断裂则相同。

牙釉质的断裂功值与断裂面大小有关，可能由于釉质表面存在裂纹所致。其平行断

裂面观察到断裂发生在釉柱周围，平行于釉柱，叫晶间断裂，断裂面在釉柱之间有各种路径；垂直断裂面图极其粗糙，断裂面显示釉柱是强有力的实心整体，断裂并不垂直于釉柱长轴，而呈锥形断裂，锥尖指向釉牙本质界。釉质结构的晶体支架作为一个整体，晶体的方向在釉柱间突变形成一个界线和很小的无晶体空间，另外有些区域存在较多的有机质，也可使晶体方向突变，是釉质的薄弱处。釉柱的锥形断裂说明有机质相对薄弱，支持 Helmcke 提出的釉柱晶体方向的模型。

Tyldesey 对牙釉质、牙本质的断裂进行显微观察，发现断裂取决于所加应力的分布，而不是组织结构方向。试件的断裂发生在沿最大剪力线主应力线。外力作用在牙齿组织结构薄弱处，更易产生应力集中，发生断裂。电镜观察到牙本质的两种断裂方式并存于一个断裂面，支持 Tyldesley 的观点。但是单用电镜判断材料各向异性或同性十分困难和局限，需结合其他手段。

七、牙齿的自然断裂

临床上常见牙齿的自然断裂。大静载或大冲击载可引起牙齿自然断裂，低载荷也可引起本身存在大疲劳裂纹的牙齿自然断裂。重复的咀嚼负荷和冷热食物的循环温度刺激是引起牙齿疲劳破坏的原因。牙齿的自然断裂与实验室控制断裂既有相似之处又有不同的地方。

牙釉质的自然断裂主要是平行断裂，断裂的途径总是平行于釉柱的基本方向。垂直断裂仅局限于近釉牙本质界的区域，在这个区域，釉柱弯曲、扭绞形成绞釉，阻止平行于釉柱的表面裂纹扩展穿过釉质，可增加釉质对咀嚼的抵抗力而不易被劈裂，起到保护作用。了解釉质的断裂特性在临床上有重要意义。

牙本质的自然断裂多为垂直断裂。Andreasen 曾对 33 个切牙作过冲击破坏试验，从牙整体而言，牙本质断裂并不受组织结构方向的影响。牙本质的自然断裂方式受多种因素的影响，如冲击体的能量形状、冲击方向、牙支持组织的性质、牙齿几何形状的限制、牙的显微组织结构等。在控制断裂时，牙本质表现为各向异性，但用自然断裂的方式则无法说明其性质的方向性。

第五节　生物力学在牙体牙髓病治疗中的应用

牙体牙髓疾病的发生，发展及治疗将造成牙体组织的缺损和丧失部分解剖形态与生理功能，其治疗的最终目的是利用修复技术恢复或重建牙体缺损或缺损牙体组织的解剖形态与生理功能。

修复体作为恢复缺损或缺失组织和器官的机械结构，与机体有着密切的关系。当机械外力施于修复体上时，通过它可使机械的或物理性的外力，由于机体的生物性反应而转变为生理功能。因此，对于修复体的要求，既应符合生物学原则，又必须应用机械力学和工程学的基本规律，使其建立在生物力学的基础上。

将生物力学的研究手段用于牙体牙髓病的修复治疗，对组织结构或材料内的应力进行测定分析，可以了解受力的大小、方向、作用力的传导和分布方式等，从而指导和改进修复设计与治疗。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

牙体缺损的修复，最常采用的是充填修复的方法，只有当修复难以获得适当的固位与抗力时，方可采用嵌体或冠进行修复。

充填修复与嵌体修复皆是在缺损牙上制备一定的洞形，应用人工材料恢复缺损牙的解剖形态与生理功能。其不同之处在于充填体是在口内直接制作，而嵌体则是在口外制作，应用粘固剂粘固于预备的窝洞内。

无论采用充填修复的方法，还是采用嵌体修复的方法，其修复体在修复缺损牙的同时，均应维持或促进剩余牙体组织的健康。在修复牙承受殆力载荷时，能均匀地分布殆力，避免应力集中。总之，良好的修复体，不但要有正确的解剖外形，还要能长时间受力而不发生破裂、脱位、患牙也不发生折裂，即修复体、牙预备体及修复体——牙预备体联合体都应有合理的抗力形和固位形。

一、抗　力　形

抗力形是指在完成牙体修复后，修复体、患牙及二者联合体均能低抗殆力而不至破坏或折裂。

（一）修复材料应具备良好的生物力学特性

1. 良好的物理性能

（1）密度：作为修复材料，在保证足够的使用强度下要求密度小，有利于加工固位和增加自然感。

（2）热膨胀：要求修复的诸材料之间和牙体材料之间的膨胀系数尽量一致，否则其相互结合面容易出现间隙，造成修复治疗的失败。

（3）导热性：活髓牙修复时，接近牙髓的部位必须选择导热率低的材料，否则会对牙髓造成损害。

（4）流电性：避免流电性，以免其对牙髓产生刺激作用。

2. 良好的化学性能

（1）耐腐蚀；

（2）不扩散；

（3）耐老化。

3. 良好的力学性能　具有较强的抗拉、抗压、抗冲击强度，耐磨损、耐疲劳、适当硬度，适当的弹性刚性和塑性，尽量与所替代牙体组织力学性相匹配（表 5–13）。

表 5–13　部分修复材料与牙体组织主要力学性质比较

材　料	E（GPa）	St（MPa）	Sc（MPa）	Ss（MPa）	ν	KHN（kg/mm^2）
牙釉质	84.1	14	384	10.3	0.3	343
牙本质	18.3	138	297	51.7	0.3	69
复合树脂	16.6	80	237	45.5	0.24	55
ZPC	13.7	13.1	117	8.1	0.35	38
汞合金（L–C）	21.2	188	297	54.7	0.35	110
瓷	82.8	111	149	74.8	0.3	591
金合金（Ⅳ）	99.3	770		448	0.3	85

（二）增加修复体抗力的措施

1. 在牙预备体有足够抗断裂强度的前提下尽量保证修复体适当的体积和厚度以承受𬌗力。

2. 合理控制修复体的外形，其内外表面应避免尖、薄、锐的结构形式——防止应力集中而出现折裂。

3. 根据牙预备体的条件和设计要求，选择理化性能优良的修复材料，充分考虑到不同部位、不同要求；不同要求、不同材料；不同设计、不同要求。

4. 保证修复体的质量，避免缺陷。

5. 控制𬌗面形态和方向，避免𬌗力集中。

（三）增加牙体预备抗力的措施

1. 修复体的设计应考虑到患牙组织结构和缺损情况，避免牙体预备后形成薄壁弱尖；修复体尽可能保护薄弱部位，防止𬌗力作用在牙体薄弱部位及牙体修复体的界面上。

2. 牙体预备时去除易折断的薄壁；降低高尖陡坡，修整尖锐的边缘嵴及轴面角；固位形预备时，不要过宽过深。

3. 牙体缺损过大时，应采用辅助增强措施。

（四）增加修复体与牙体抗力的措施

1. 修复材料与牙体组织的生物力学性质相匹配；

2. 处理好牙预备外形-抗力形-固位形三者的关系，达到固位力-抗力-𬌗力协调。

3. 修复体与牙预备体界面结合良好，不产生破坏性应力集中现象。

二、固　位　力

固位力是指修复体在行使功能时，能抵御各种作用力而不致松动、移位和脱落的能力。要获得这种固位力，需在患牙上制备一定形状，这种具有增强修复体固位力的几何形态称为固位形。制备固位形是牙体预备的主要目的之一，修复体的固位力，主要依靠摩擦力、约束力和粘结力。

（一）摩擦力

摩擦力是两个相接触而彼此之间相对运动的物体相互作用的结果，其大小与相对运动物体间的法向压力及接触面积成正比。修复体与预备牙吻合面之间，产生法向压力，两者之间越吻合，接触面积越大，其摩擦力也越大，修复体的固位就越好。因此，为了增强修复体的固位力，修复体与预备牙间应非常密合，并尽可能增大修复体与预备牙的接触面积，如增加窝洞深度等。Cowell 等通过试验证明：固位力与预备体轴壁间的聚合度成反比。但轴壁间聚合度在 1°~4°时，对固位力无明显影响；如果聚合度为 10°，则固位力明显下降。为了增加固位，应尽量使预备体的各轴壁平行。

下颌运动是多方向的，由于牙尖存在斜面，牙齿及修复体的受力方向是多变的，因此修复体的脱位既可以是垂直向的，也可以是侧向的。为了增强修复体的固位能力，防止侧向移位，可在预备牙的𬌗面制备鸠尾形，或在预备牙上制备针道。摩擦力的大小与制备体上的固位形有密切关系。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

由于修复直接在口内制作，在预备牙上制备一定程度的倒凹，可使修复体获得较强的固位力。同时，还可以应用固位钉增强其固位作用。常用的固位钉有：粘着型固位钉、螺纹型固位钉和楔入型固位钉。

（二）约束力

物体位移时受到一定条件限制的现象称为约束，约束加给被约束物体的力称为约束力。约束力是通过约束与被约束物体之间的相互接触而产生的，其特征与接触面的物理性能和约束的结构几何形式有关。为增加充填修复体的固位力，常将患牙预备成一定的几何形状，限制修复体的运动方向。

（三）粘固力

修复体另一种固位力的获得，是依赖于粘固剂的粘固力，将修复体与预备牙粘固在一起。修复体由于直接在口内制作，无需粘固，因此无此粘固力。粘固的意义是相互接触的物体表面间的机械锁合，由于物体表面不是绝对平整的，粘固剂在未凝固前，渗入物体表面上微小孔隙或倒凹内，使修复体获得一定的粘固力。粘固力的大小受粘固面积、粘固剂膜厚度以及粘固介质间污染程度的影响。由于目前常用粘固剂的抗压强度高，而抗张强度较低，因此，为了保证粘固剂的固位与封闭作用，修复体的设计应尽可能减小功能运动中粘固剂层内产生的张应力或剪应力。

三、牙体组织切割时的应力

为了获得一定的固位形与抗力形，牙体修复前必须对缺损牙进行一定程度的切割手术。对于牙体组织的切割，一方面可由于切割产热，造成牙髓组织损伤；另一方面，减少了剩余牙体组织的量，使其承受𬌗力载荷的能力下降。因此，对于牙体组织的切割应当是保守和谨慎的。

（一）牙科牙钻砂针切割力学

牙科的切割工具是牙钻或砂针，是将棱边或刀锋作成某种角度的切割工具。其一般为顺时针旋转，转到接触牙体组织时，棱边或刀锋压入牙体组织，产生压应力和切割作用，此时棱边或刀锋折裂或剪切牙体表面，过渡到与牙体表面平行，且将切出的牙体组织沿钻齿或砂针面推出而形成牙体削屑。此时推出的牙体削屑受到压应力，刀锋或砂针下的组织受到张力，在形成断裂时张力又转变为剪应力。换言之，牙钻接触到牙体时，产生的应力足够，且超过牙体组织的弹性限度，产生永久变形、发生断裂，如小于弹性限度，则只发生弹性变形，不产生切割。牙体组织的切割实际上是牙钻、负载、转速、牙体组织相互作用的结果。牙钻刀锋薄、负荷大，由施加于牙体组织局部应力大，辅之以适当转速，可获得较多的牙体组织切割。负载越大，切割牙体组织越多；但负载过大，切割摩擦力增大，热量大量产生，切割牙钻边缘钝化或者破坏、或力矩不足而停滞；负载一定时，切割速率可因转速增加而增加。牙科医师的切割力学原则为牙体切割时，应用刀锋短而锋利的牙钻，高转速 100000~400000r/min 之间，一定的牙钻加载(60~120g)，可获得最佳切割速率。

（二）切割产热

牙釉质与牙本质的各向异性性质，使其能承受与釉柱、牙本质小管平行的较大载荷，而承受垂直于釉柱及牙本质小管载荷的能力较差，这种力学性能方便了牙体组织的

切割。牙体组织的切割，实际上是一系列局部的牙釉质与牙本质折裂。高速钻头产生应力-应变-折裂的快速循环，循环内发生的变形可看作为牙釉质、牙本质内能量的储存，此能量的部分以热能存在。当牙釉质，牙本质发热时，其物理、机械性能要发生改变。

当牙体组织内产生应力而折裂时，会因形变折裂而导致在各个切割界面产生摩擦作用产生表面热，此表面热传导至牙体组织中，接近切割表面的热可引起牙本质膨胀，而在其中产生压应力，此压应力须通过一张应力层与之相平衡，这种压力与张应力层的并存，可引起牙体组织深部的折裂。温度刺激可能是引起牙髓损害的重要因素之一。牙髓受损的因素有研究者用下式表示：

$$牙髓损害=\frac{窝洞深度+牙本质切割量+温度}{牙髓的抵抗力}$$

产生的热量可以经由牙钻传导、牙体传导，牙体切割碎屑去除和冷却剂来分散。冷却剂有空气、水、喷水，其中冷却效果好又不影响切割速率者，以水蒸气最有效，其次为喷水，第三为空气。因此，在牙体组织切割手术中，必须用冷却剂冷却，以防止牙髓损害，并去除切割残渣。

（三）牙体组织的保存

与完整的活髓牙相比，修复牙总是较脆弱的，应力分析结果提示：剩余牙本质越少，在载荷作用下牙本质的应力值越高，其折裂的可能性越大。因此在修复治疗中，应尽可能保存牙体组织，以增强修复牙抵抗殆力载荷的能力。在进行牙体组织切割手术时，必须考虑到：剩余牙釉质是否有适当的牙本质支持，牙体预备后是否仍有适当的牙本质。

四、洞形设计的力学

牙体修复的目的在于恢复缺损牙的解剖形态与生理功能，然而其效果须依赖于正常组织的反应来维持，如果修复后，剩余牙体组织内应力增高，最终导致折裂，则其修复不是一个成功的治疗。修复牙在承受殆力时的应力与充填修复材料的性能、洞形设计和修复体设计有关。

（一）洞形设计

牙齿的特殊解剖结构使牙尖受外力，在附近牙颈部出现应力集中，超过牙体组织抵抗力，则造成牙尖折裂。进行牙体修复时，必须备洞，窝洞的形状取决于牙冠的形态，受到牙齿结构的限制。窝洞的制备会加剧原有应力集中现象和增加新的应力集中点。考虑到固位与抗力等因素，以往对于洞形的设计，一直要求底平壁直，点线角清楚，并具有一定的窝洞深度，以增强修复体的固位。然而，修复牙应力分析的结果对这种要求提出了疑问。

1. 尖锐的与圆钝的点线角　应力分析结果发现：修复体承受载荷时，尖锐的点线角可在牙本质内产生应力集中，而圆钝的点线角可明显地减轻这种应力集中。同时，修复体本身亦因预备体中尖锐的点线角而削弱。

2. 窝洞的宽度与深度　在一个正常的牙齿中，承受轴向载荷时，其应力主要为压缩反力，而对于窝洞宽而深的修复牙，在其髓壁可产生张应力，这种张应力对剩余牙体组织易产生损伤作用，造成其折裂。窝洞越深，牙本质中的应力值越高，折裂的可能性

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

越大。

Blaser等发现：MOD（邻𬌗邻）洞形鸠尾的宽度并不降低修复牙的强度，但如果窝洞深度增加，即使洞形宽度很窄，亦会明显降低剩余牙体组织的强度。由此可见，窝洞深度是影响剩余牙体组织中应力水平的一个重要因素。在进行牙体预备设计时，保护剩余牙体组织是首先应考虑的问题。修复体固位力差，造成的后果不仅是修复体的脱落，而剩余牙体组织因高应力而造成的折裂则是无法挽回的。

（二）固位钉的应用

牙体修复时，如固位不足，可在牙本质内置入针以增强固位，然而许多应用针固位的方法可引起牙本质内的应力集中，而产生剩余牙体组织的折裂及修复体的破坏。因此在应用针固位时，必须同时考虑固位与牙本质保护这两方面的问题。

1. 固位钉的类型

（1）粘着型固位钉：一般应用金属卡环丝制作而成。应用粘固剂将其粘固在预备针道内。

（2）螺纹型固位钉：固位钉上备有螺纹，制备特殊的针道，将螺纹固位钉拧入牙本质内。

（3）楔入型固位钉：由于牙本质中含有微量有机成分，具有一定的弹性。因此可将稍粗于针道的固位钉槌击进入针道，以产生较大的摩擦力，获得固位。

2. 影响固位钉固位与应力分布的因素

（1）固位钉的类型：由于螺纹型固位钉采用螺纹固位，其固位能力最强，楔入型固位钉次之，而粘着型固位钉的固位能力最弱。

不同类型的固位钉，其戴入时牙本质内产生的应力不等。粘着型固位钉，由于其针道大于固位钉，主要采用粘固剂获得固位，因此其戴入时牙本质内基本无应力产生；而楔入型固位钉，在固位钉槌击进入针道时，在牙本质内产生侧向应力；螺纹型固位钉在戴入时，应力集中于螺纹及固位钉的尖端，其应力强度取决于固位钉旋入的力量，如果螺纹型固位钉就位后倒旋 1/4 转，则可有效地降低牙本质内的应力，防止其折裂。

𬌗力通过修复体及固位钉传导至剩余牙体组织，因此其产生的应力须叠加于固位钉在戴入时所产生的应力，才是牙本质内的实际应力水平。在𬌗力作用下，粘着型固位钉最利于应力的传导，其粘固剂层起着应力缓冲器的作用，改变和分布了牙本质内的功能应力，使其应力分布均匀。而螺纹型固位钉主要将应力传导至螺纹及固位钉的尖端，产生应力集中，不利于剩余牙体组织的保护。

（2）固位钉的直径：增大固位钉的直径，增加了粘合面积和因咬𬌗压力而导致变形的耐受力，可使其固位能力增强，同时在一定程度上也改善了应力分布能力。直径 0.55mm 的针固位力为 12.9kg，0.75mm 的针的固位力可达 19.7kg。然而，固位钉直径的增大，使剩余牙本质的量减少，从而削弱了其抵抗载荷的能力，因此在针道周围至少应 1.0mm 厚的健康牙本质。

（3）固位钉的长度：固位钉的长度增长，其固位能力增强，在载荷作用下，牙本质内的应力分布越均匀。

（4）固位钉的数目：固位钉数目增多，增加了粘合面积而使固位力增强，二者大体成比例关系。如果固位钉不平行，其固位力进一步增强。但针的数目过多，牙本质组织

减少，牙齿易折裂。小池通过光弹实验发现，针洞间距应为针洞直径的二倍以上（2mm以上），而以牙体边缘到针洞距离最低应与针洞直径相同，并建议用较细的钻针（D=1mm）。

（5）固位钉的变形：固位钉的变形是造成修复体脱落的主要原因。在一定范围内，要求固位钉的变形量要小，而材料的纵弹性系数则要大，以增加其荷重能力。固位钉的荷重能力为：

$$W=\frac{3E\delta\cdot\pi\cdot d^4}{64l^3}$$

式中 W=荷重，δ=变形量，d=直径，l=长度。

由于固位钉的应用仅能增强修复体的固位力，并不能增强修复牙的强度，相反，固位钉的应用可能会削弱剩余牙体组织承受载荷的能力，因此在应用固位钉固位时，最好结合冠修复体。

五、修复材料的选择

（一）银汞合金

银汞合金的压缩力学性质与牙齿相似，弹性力模数也较大，但其韧性低，属于脆性材料，在破坏应力作用下，多发生断裂而少变形。

银汞合金固化时，皆有一定程度的膨胀，一般达1%左右，适当的膨胀可增强边缘封闭，而过度的膨胀则易在牙体组织内产生张应力，这种张应力的存在，增加了牙体组织折裂的可能性。因此大面积的牙体缺损在银汞充填修复后，最好用全冠覆盖，以防止牙体组织的折裂。

许多因素可影响银汞合金的尺寸变化，如：银汞与合金比、研磨、压紧、颗粒大小、污染等。修复体内银汞含量越高，其膨胀越大；研磨时间越长、充填压力越大；合金颗粒越小，其膨胀越小。如有水气污染，则其膨胀明显增加。

银汞合金的强度受许多因素影响，如研磨时间、汞与合金比、充填压力、气孔等。延长研磨时间、增加合金含量、加大充填压力，均可使银汞合金的强度增加；相反，如银汞合金中含有气孔，则其强度明显降低。

银汞合金充填后，其强度随着时间的延长而增加。充填初期强度较差，充填20分钟后的抗压强度仅为一周后60%，即使充填6个月以后，银汞使金的强度仍有增加。充填后8小时，其强度可达最高强度的70%~90%，因此在充填8小时以内，不能让修复牙承受较高的咬合应力。

（二）金合金

分直接充填用金和铸造用金。其生物性能优良：无毒、无刺激性，与组织相容性好；化学性能稳定：抗腐蚀力强，不易发生氧化而变色变质；机械性能良好：有良好的韧性和延展性，较高的强度硬度及弹性；操作性好；能有效地抵抗咀嚼压力，承受较大应力时会变形而不断裂，是目前最优秀的牙体充填修复材料。

（三）复合树脂

复合树脂种类繁多，性能不一，应用广泛，发展极快。由于复合树脂是牙色材料，因此很受患者欢迎。如何选择应用，是牙科医生要解决的难题。建议以其物理性能为基

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

础，进行生物力学选择。

化学固化或光固化的复合树脂皆对牙髓有一定刺激性，其聚合不完全，材料内部存在尚未聚合的单体，不仅影响其机械强度，也刺激牙髓。需保证牙本质有效厚度大于1.5mm，才可保证牙髓免受刺激。如有效牙本质厚度小于1.5mm，要用氢氧化钙或氧化锌丁香油粘固剂或窝洞衬里剂垫底或衬里，方可避免复合树脂对牙髓的不良作用。

复合树脂的物理性能决定其充填修复的精度。充填修复体精度是指它的尺寸精度，几何形态精度和表面光洁度及致密度，直接影响充填修复体的固位、稳定、密合和抗力。复合树脂吸水率在0.22%~1.53%之间，体积收缩率在0.5%~1.7%之间，线性收缩率约为0.2%，热膨胀系数在11×10^{-6}~45×10^{-6}/℃，优良的复合树脂应有合理的膨胀量和适当的收缩量，能够利用自身的膨胀来补偿固有的收缩，达到膨胀与收缩的动态平衡，获得良好的精度：

吸湿性膨胀+热膨胀=聚合收缩

目前的复合树脂的主要力学性能如抗压强度、抗压强度、弹性模量、硬度、耐磨性、断裂韧性，皆与牙体组织有一定差距，造成远期效果较差，应尽量选择抗拉强度和硬度近牙体组织者。

工作时间与结固时间应在保证修复体充填、完成的情况下尽可能短，避免外来因素对结固的影响，要求工作时间大于1.5分钟，结固时间小于8分钟，结固后达到所要求的力学性能，并随时间的推移，性能不降低。

（四）垫底材料

由于银汞合金导热，难以隔绝对牙髓组织的冷热刺激，进行牙体修复时，常需应用垫底材料，以保护牙髓组织。垫底材料的应用尚可降低牙本质内因热膨胀梯度引起的微纹扩展。

然而，选用的垫底材料不同，𬌗力载荷作用下修复体内的应力水平不等。由于常规的垫底材料对于压缩和剪切载荷的抵抗力较差，这种低抗强度使修复体的抗折强度降低。低弹性模量的垫底材料如$Ca(OH)_2$，可降低邻𬌗邻银汞修复的抗折强度近50%。增强垫底材料的强度，可有效的降低银汞合金内部的应力，增强其抗折裂能力。

六、嵌体的应力

当牙体缺损需要进行修复时，基于材料与操作技术上的考虑，通常都采用充填的方法进行修复，因为充填修复磨除牙体组织少，剩余牙体组织承受载荷的能力强。同时，与应用高弹性模量铸造合金制作的嵌体相比，低弹性模量的银汞合金在𬌗力作用下更易变形，因而在剩余牙体组织的髓壁上产生的应力较低。实验研究发现：银汞合金在承受载荷时易于磨耗，蠕变甚至折裂，而金属嵌体则易引起牙体组织内的应力集中。

尽管嵌体的应用有可能在剩余牙体组织内产生不利的应力，但当采用充填修复的方法难以获得适当的固位与抗力时，特别是缺损涉及牙尖或需升高咬𬌗面时，则必须采用嵌体或高嵌体进行修复。

为了降低剩余牙体组织内的应力，保护剩余牙体组织防止折裂，对嵌体洞形制备的要求与修复洞形基本相似：其点线角应圆钝，在可能的情况下，应尽量减小窝洞的深度。

在𬌗力作用下，嵌体最重要的特性就是产生楔效应。楔效应的存在，使剩余牙体组

织内产生张应力而易于折裂，窝洞越深，轴壁聚合度越大，嵌体的楔效应越明显。对于殆面嵌体或邻殆嵌体，由于保存有部分完整的边缘嵴，对这种楔效应有一定的抵抗作用。但在邻殆邻嵌体中，由于楔效应，在剩余牙体组织内产生张应力，易于造成剩余牙体组织的折裂。

应力分析结果发现：当邻殆邻嵌体受正中殆力时，颊髓轴线角及舌髓轴线角处产生高应力集中，鸠尾峡处亦可见应力集中。如果采用高嵌体修复，则可有效地降低其应力。

采用高嵌体修复，可降低嵌体在殆力作用下的楔效应。由于高嵌体覆盖了剩余牙体组织的殆面，因而能更有效地分布殆力至剩余牙体组织，避免应力集中而减少其折裂的可能性。

七、牙体牙髓病治疗的生物力学原则

（一）以力学性质为第一位

把牙体修复的力学性质放在第一位，是因为其机械强度是临床应用的前提条件，是其临床修复效果能否满足功能需要的基础，而其他特性的要求是在此基础上提出来的。所以在进行牙体修复的时候，要首先考虑到牙体组织的力学性质、修复材料的力学性及牙预备体的力学性质。充填修复体——牙预备联合体的力学性质，以不降低力学性质为基本标准，提高生物强度为目的，引入力学评价指标进行生物力学设计。

（二）具备良好的生物相容性

修复体的根本目的是永久恢复缺损牙体的解剖形态和生理功能。修复体进入口腔生理环境以后，就与牙体融为一体，行使牙体的解剖生理功能，具备了部分的生命特性，受到机体生理环境、代谢诸因素的影响。有生命的组织与无生命的工程材料在结构、环境、功能等方面有根本的区别。修复体要适应牙体的环境，在受力状态下适应不同层次，不同水平结构的生命变化，适应宏观、微观以及超微观的力学效应、物理效应、生理效应及相关的耦联效应，必须具备良好的生物相容性。

（三）修复材料以物性为基础

见图 5-1

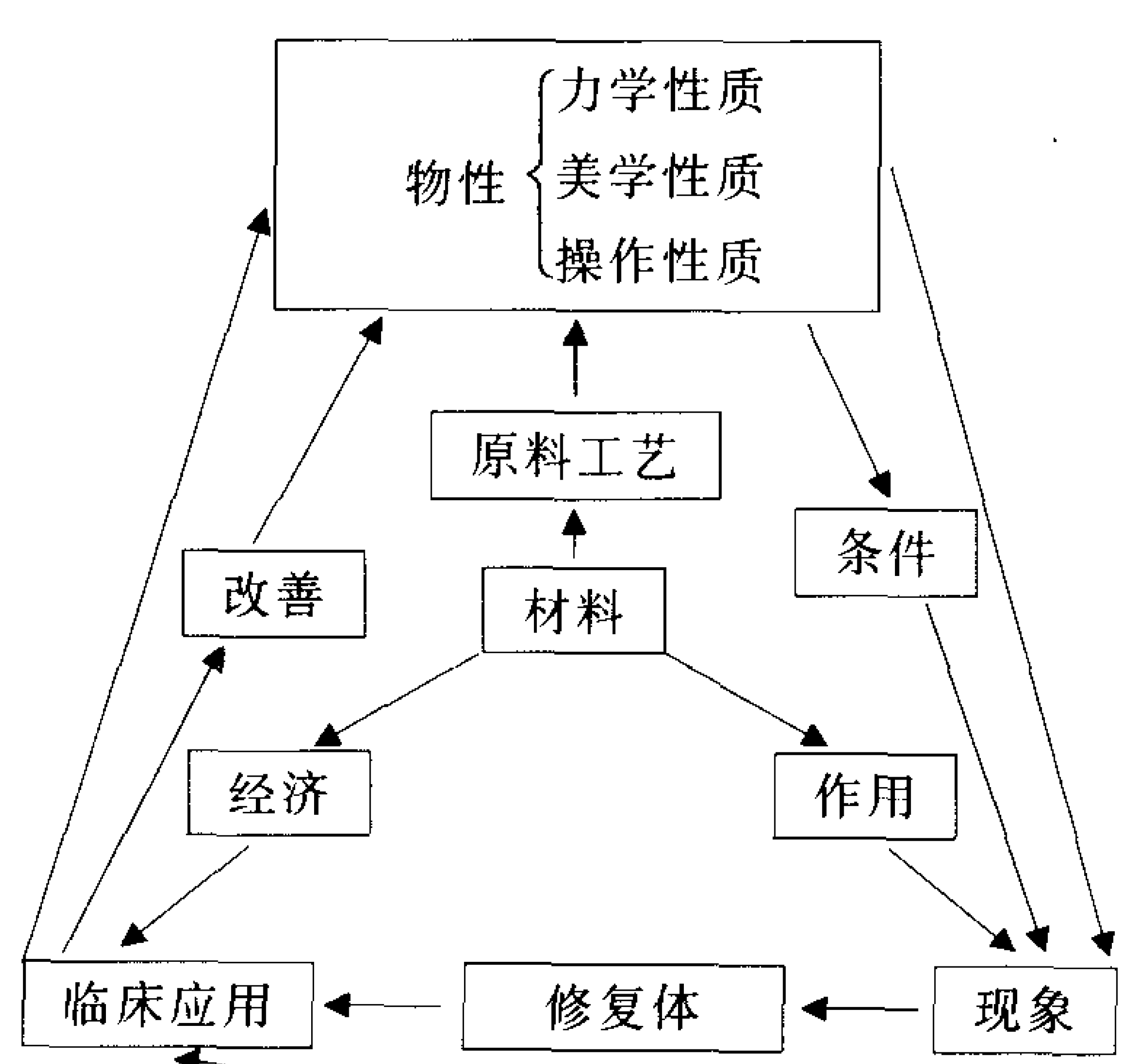


图 5-1　物性为基础

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

（四）达到口颌各种力量的平衡协调

牙体修复后的牙齿应达到固位力-抗力-殆力的平衡协调，牙周支持力-抗力-殆力的平衡协调。

第六章 牙体牙髓病治疗的美学基础

第一节 牙体修复的美学概念

随着经济和文化生活的发展，人们的审美意识不断提高，越来越多的患者到医院治牙已不满足单纯消除疾苦，恢复功能的传统治疗方式，而是要求更高层次、更高质量的牙体修复水平，即达到功能与美观的完美结合。为了适应这一变化，国内外口腔界不少学者已开始将美学原理和方法，运用到牙体修复的临床实践中，对提高修复的水平起到了巨大的推动作用。

作为牙体牙髓专业医生，除具备专业知识和技能外，还必须学习一定的美学理论和相关知识，不断提高自己的艺术修养和审美能力，只有掌握牙体美容修复的基本知识和技艺，才能使缺损或缺失患牙的修复达到美观、自然、逼真的效果。牙医学具备的内涵就是科学和艺术的统一，口腔医学本身含有明显的艺术性特征。

口腔医生只有同时具备了专业和美学两方面的知识后，才能超越补牙观念的局限，自觉运用美学原理和方法来指导临床实践。美容牙医学研究表明，在牙体修复术中确实蕴含着大量美学的原理、方法和技艺。这就需要我们不断学习、研究、发展和应用。

近年来，随着口腔美容热兴起，口腔医生自觉把所掌握的美学知识运用到牙体修复中去，获得了可喜的成果。但从整体来看，这种情况在口腔业界还为数太少，口腔医生的美学知识还远未普及，牙体修复的美学效果还不容乐观。

口腔医生每天从事的修复医疗工作，既是一种科学实践活动，又是一种艺术实践活动；既是一个医生，又是一个艺术家；既是在为患者解除疾苦，又在进行牙科造型艺术加工和创作。只有当同时具备了专业和美学知识后，才能创造出精美的艺术作品。我们的作品，既要供人欣赏，又要能行使正常功能。因此，修复后的牙齿好看不好用不是我们的治疗目的；反之，能使用而不美观也不是我们的标准。我们既要遵循牙体解剖生理及生物力学的原则，又要遵循造型艺术的原则，力求达到功能美与形态美的统一，弃一不可。对牙体修复来说，形态美的最高境界是以假乱真，不显山露水。

牙体修复的内容十分丰富，门诊量大，涉及面广。龋病、外伤、磨耗、发育不全等引起的牙体形态缺损、颜色异常，以及牙齿轻度排列不齐、牙间隙过大等都是临床上常见的美学修复范围。

前牙是临床牙体美学修复的主要对象，也是美容牙医学研究的主要内容。本章所涉

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

及的美学基础基本以前牙为出发点。但应当指出的是，后牙修复一样也存在着美学的问题。如果说前牙修复强调形态美，后牙修复则注重功能美，舒适好用是后牙功能美的重要体现。因此后牙修复应特别注意解剖外形、咬殆关系及邻接关系的恢复。功能美同样能给患者带来愉悦心情和美的感受；相反，后牙修复如果仅满足填平补齐，缺乏精细雕刻，表面粗糙，颈缘有悬突，邻接关系不良引起食物嵌塞等，则无什么美感可言。

牙色材料的广泛应用使牙体美容修复有了可靠保证。光敏复合树脂粘接技术、烤瓷冠桥及嵌体等成为了牙体美容修复的重要手段。但银汞合金，或其他非牙色类材料修复牙体仍然存在着美观性的问题。如银汞合金充填后沟窝尖嵴是否雕刻清楚，表面是否经过仔细打磨抛光（最好是24小时后打磨），洞缘是否密合，线条是否圆缓流畅等，都涉及美观的问题。制作精美口腔修复体能达到让人赏心悦目。

由此可见，牙体修复的方方面面都涉及美观和美学的问题，口腔医生不能停留在已有的专业技术水平上，应学会向美学与艺术伸手，借鉴众多艺术领域中的美学原理和方法，同时充分发掘牙体修复中美的规律和艺术要素，并以此来指导我们的临床实践，使牙体修复真正从单纯治疗型向功能与美观结合型的模式转变，满足患者的审美要求。

第二节　牙体形态与美学

牙体的形态、色泽和质感均给人一种强烈的视觉美感。作为容貌美的一部分，牙齿历来受到人们的重视和赞誉。有人把发育健康的牙喻为：雕塑的立体美、绘画的色彩美、书法的线条美、音乐的节奏美、排列的对称美等多种形式的立体美。牙齿的美，必然在其形态结构、生理功能等诸多方面存在着美的内在规律。探讨这些规律，有利于增进牙体美学修复的临床水平。

一、牙体形态的雕塑美

牙齿在人类长期的进化过程中已被雕型成令人赏心悦目的天然艺术品，牙体通过其点、线、角、面黄金分割；形、色、质合理搭配以及洁白晶莹的质感、玲珑剔透的外观、巧妙精细的结构、恰到好处的雕刻度，构成了栩栩如生的造型艺术美感。

牙齿的形态美与功能美是协调统一的。如切牙主要用来切断食物，牙颈部圆，切端扁平，切嵴薄而宽，唇面观似斧头，侧面观如刀刃，这种形态便于充分发挥切割的功能；尖牙主要作用是撕裂食物，牙冠呈楔形，牙尖长而有力，似四面匕首，能轻易戳穿食物；前磨牙和磨牙主要功能是咀嚼食物，牙体呈圆柱状或立方形，殆面有数个不等的尖、嵴、沟、窝，能迅速将食物捣碎、磨细。只有熟悉每个牙的形态特征，才能建立起对各牙形态的立体空间概念。

天然牙体呈不规则多面体，具有多维立体关系：即除了唇（颊）舌向、近远中向、切（殆）龈向三维立体结构外，还存在牙冠近远中向倾斜度，唇（颊）倾斜度等关系，这是我们在牙体修复中应该具有的透视能力。

此外，牙体的许多表面结构特征值得我们细心观察。如上前牙唇面切1/2纵行的发育沟和三个嵴，颈1/3处的横行生长线，以及一些不规则的表面纹理等。这些结构对光

产生散射或漫反射，使牙齿显得生动、自然而不呆板。模拟出上述结构特征，才能把缺损的牙体复制的惟妙惟肖。

二、前牙的黄金比例美

古往今来，国内外数学家、艺术家、美学家十分热衷于一个小数：0.618，即著名的黄金分割律或黄金比（golden section）。0.618 蕴含着十分深广的美学内涵，已广泛用于美术、摄影、雕塑、建筑以及包括人体医学在内的科学研究中去。医学美容学研究表明，人体解剖部位中符合黄金分割比例美的达几十处，其中大部分集中在头面部，前牙是黄金比体现较多的部位之一。

（一）牙体长宽的黄金比

前牙牙冠的长宽比例，符合或接近黄金比的牙冠形态必定具有视觉美感，反之则带来视觉不悦。据资料统计表明，上中切牙宽度与长度的比值为 0.722，上侧切牙为 0.628，上尖牙为 0.728 较为适度。如果明显大于或小于这些比值，则牙冠就会偏短或过长（图 6-1）。



a　　　　b　　　　c

图 6-1　上中切牙的长宽比例美

a. 牙冠偏短，宽度长度比过小　b. 牙冠宽度长度比适中，符合黄金比　c. 牙冠偏长，宽度长度比过大

（二）牙冠正视宽度的黄金比

牙齿沿着牙弓呈弧形排列，从正中面观察时，远离中心线两侧的牙冠仅能观察到该牙实际宽度的一部分。前牙各牙冠的正视觉度在正常情况下应呈典型的黄金比，即中切牙、侧切牙、尖牙的宽度比值分别为 1.618:1:0.618 时即达到最佳比例，或者说将中切牙的宽度乘上 0.618 应等于侧切牙宽度，再乘以 0.618 则为尖牙的宽度（图 6-2）。

（三）前牙覆殆的黄金比

据殆学定义，牙闭合时，上前牙遮盖下牙冠唇面切 1/3 以内为正常咬殆，遮盖过多为深覆殆，切端对齐为对刃殆。按下前牙临床冠长 9mm 计算，遮盖 2.5mm，未遮盖部分 6.5mm 比值接近黄金比，因而这种覆殆关系最具美感（图 6-3）。

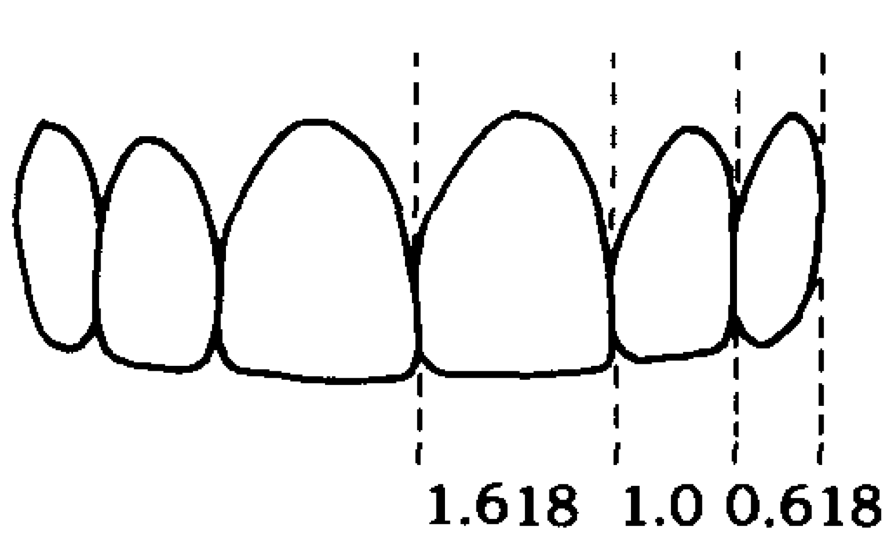


图 6-2　前牙正视宽度比例美

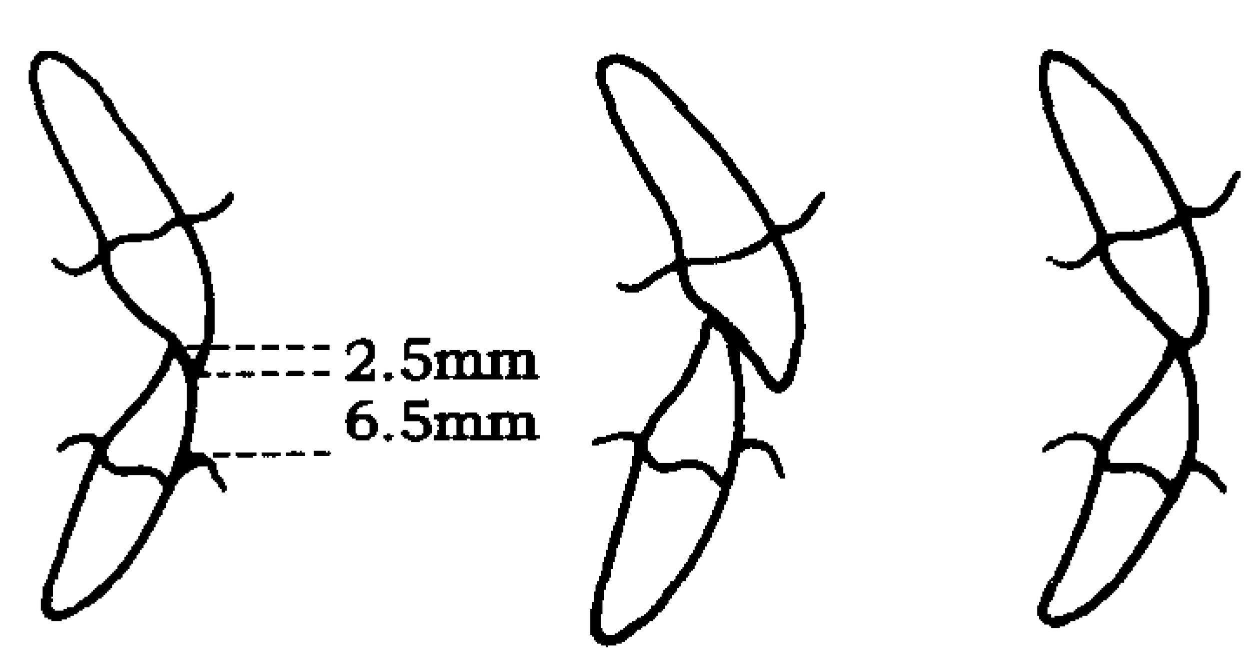


图 6-3　前牙覆殆关系比例美

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

三、牙齿的对称美

对称美是容貌美的重要特征之一，也是牙体修复、义齿排列和正畸治疗的基本原则。牙齿排列的对称美主要指左右同名牙，在牙体形态、颜色、牙冠长度与宽度及近远中向或唇舌向倾斜角等方面应达到尽量一致、均衡。牙体的对称美能带给人一种视觉快感。

牙体对称美主要体现在前牙，尤其是处于视觉焦点的上中切牙，在牙列的对称性中占有绝对分量。如果中切牙不对称，其余牙再对称也会有失衡的感觉。相反，两个中切牙达到一致后，即使其他个别牙稍为扭转或错位，不会对整体对称效果产生明显影响。因此，在牙体修复中左右上中切牙应力求达到对称、均衡、协调。在当今个性化审美潮流中，有的人不喜欢单纯齐一、千篇一律的牙齿排列方式，希望保留自己的小虎牙或把某个牙做的稍微扭转。这些个性化牙齿美容只能在中切牙之外的其他牙上进行，中切牙必须永远满足左右对称的原则。

四、牙齿的节奏美

节奏变化是日常生活中最普遍的运动形式之一。时间变化、空间变化、人们日常生活变化都会产生周而复始的节奏。音乐、舞蹈、诗歌等艺术活动能带给人明快、强烈的节奏感。牙齿的节奏变化能产生视觉上的美感，牙体形态、颜色、排列方式以及殆关系都能产生不同形式的节奏变化。

（一）咬合接触的交替节奏美

正常殆在咬合接触时，除下颌中切牙和上颌第三磨牙外，上下颌每个牙都保持着与对颌两个牙同时接触。后牙接触时上下牙尖窝相对，或尖与对颌牙外展隙接触，形成彼此交错接触的咬合状态，产生具有视觉美感的交错节奏变化（图 6-4）。

（二）颈缘曲线的动感节奏美

牙颈缘呈圆弧形，若干个颈缘曲线连绵起伏，形成波浪式动感节奏（图 6-5）。

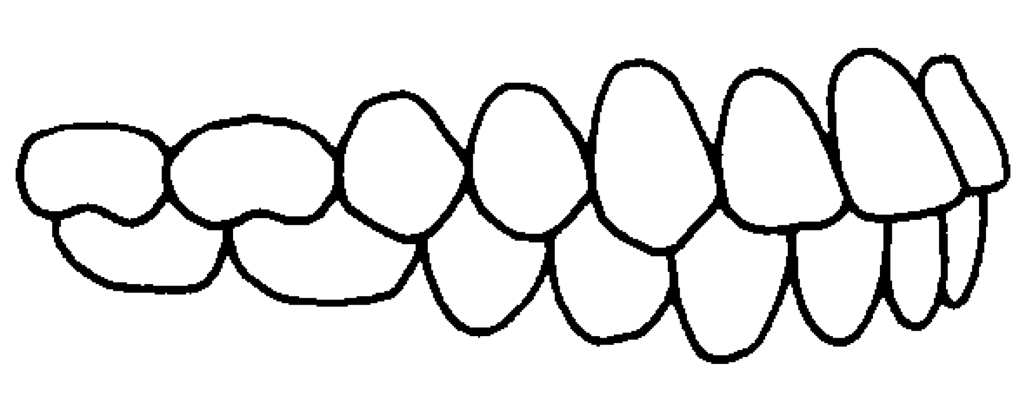


图 6-4　正常咬合关系的交替节奏美

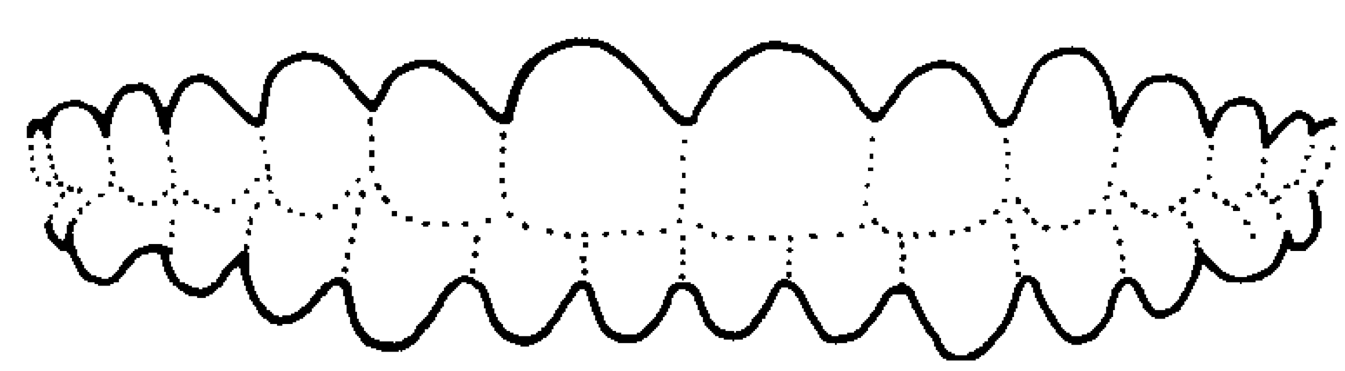


图 6-5　牙颈部的动感节奏美

（三）牙冠倾斜角渐变节奏美

上前牙牙冠近远中向倾斜角度从中切牙到尖牙逐渐增大，而唇（颊）舌向倾斜角度从前牙到后牙逐渐减小，这些变化构成了牙冠的方向渐变节奏（图 6-4）。

（四）牙冠长度渐变节奏美

在排列正常的牙列中，除尖牙之外，从中切牙到磨牙的临床牙冠长度呈递减趋势，产生典型的长短渐变节奏美感（图 6-5）。

（五）牙冠颜色渐变节奏美

牙冠颜色渐变节奏变化，可体现在单个牙冠上，如从切端至颈缘牙冠颜色由浅至深逐渐过渡；也可体现在牙齿排列顺序上，如中切牙至尖牙或后牙，牙冠明度逐渐减弱，彩度则逐渐增加（内容详细见本章第三节）。这些颜色的渐变节奏使牙冠显得自然、生动、富有层次感。

五、牙体与牙龈及口唇的和谐美

当两种或多种物体组合一起时，尽管形态、颜色、质地不同，但搭配合理、相互衬托，往往会产生和谐美的共鸣。

牙与口唇的关系自古以来就被人们赞美不绝：红唇白齿、唇齿相依、唇似樱桃、齿如白玉。唇与齿，一红一白，对比鲜明，相得益彰，成为人类容貌美的一绝，产生强烈的视觉冲击。

牙齿与口唇相互协调、相互依托，共同完成进食、发音，美观等功能，共同表达笑容与愤怒的情感。从解剖学观察，牙及牙弓可衬托唇颊，使面下 1/3 丰满，显得充满青春活力，而当牙齿部分或全部缺失后，唇颊塌陷，面形显得衰老、干瘪。另一方面，牙列即便完整，但牙冠长短、颜色、排列及殆关系异常也会影响唇齿的协调性。如四环素牙会严重破坏“红唇白齿”的美感，牙冠过长或明显前突或反殆则损害了唇齿的和谐美。

唇与齿究竟应处于什么样的解剖关系才能达到最佳和谐？据研究认为，息止殆状态时上中切牙切缘应显露于上唇下缘下 2mm 为宜，颈缘线应与上唇内曲线平齐，切缘曲线应与下唇内曲线吻合。微笑时，上颌切牙应显露牙冠的 1/2 至 1/3，下切牙显露 1/3 至 1/2，上颌第一前磨牙显露于口角处（图 6-6）。

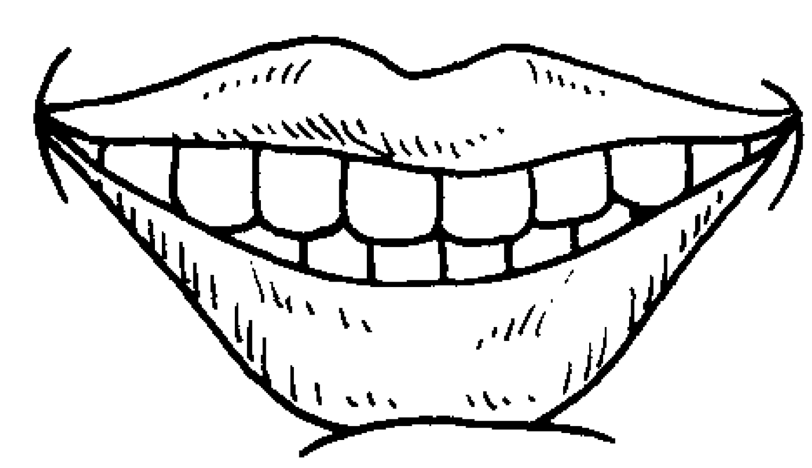


图 6-6　微笑时的唇齿关系

齿与龈的搭配也富有节奏感和韵律感。牙龈覆盖牙颈部，红白相间的色调，波浪式的龈缘曲线，共同构成一道美丽动人的风景线。颜色、质地、形态健康的牙龈能增添这种美感。相反，当牙龈退缩、增生或肿胀、颜色变暗或色素沉着则有损于和谐美。同理，当牙齿排列不齐或部分脱落，流畅节律被打破，牙龈再健康也无和谐美可言。

六、牙型、牙弓型与面型的协调美

容貌美的一个重要特征就是各器官整体的协调性。牙型、牙弓型与面型的协调性早已受到人体美学家的重视。

人的面型多种多样，分类方法也很多。目前比较公认的分类是，以两颊线（即双侧髁突外侧至下颌角外侧皮肤连线）走向将面型分为三类：即椭圆型、方圆型和尖圆型。与此相应，牙型（主要指上中切牙）也大致分为上述三种形状。一般说来，牙型是面型的倒立。在牙体修复及选择义齿时，什么样的面型应大体做成（或选择）什么样的牙型。

椭圆型　面部外型轮廓略长偏窄，呈卵圆形状。上中切牙应做成切龈径明显大于近远中径，牙冠近远中缘基本平衡，颈缘呈圆弧形，切角稍圆钝，牙体呈长圆形状，大小

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

适中。

方圆型　面型偏宽略短，两颊线外凸，额部较宽，颈部较圆。上中切牙切龈经与近远中径差异不大，近远中缘外凸，颈切缘宽、切角圆钝、唇面平坦，牙体偏宽大。

尖圆型　面型特点是，两颊线由上至下呈聚合状，额部宽、颏部窄，呈三角型。上中切牙近远中缘明显从切方向颈部聚拢，唇面呈切端宽、颈缘窄的三角形状，切角明显偏锐（图6-7）。

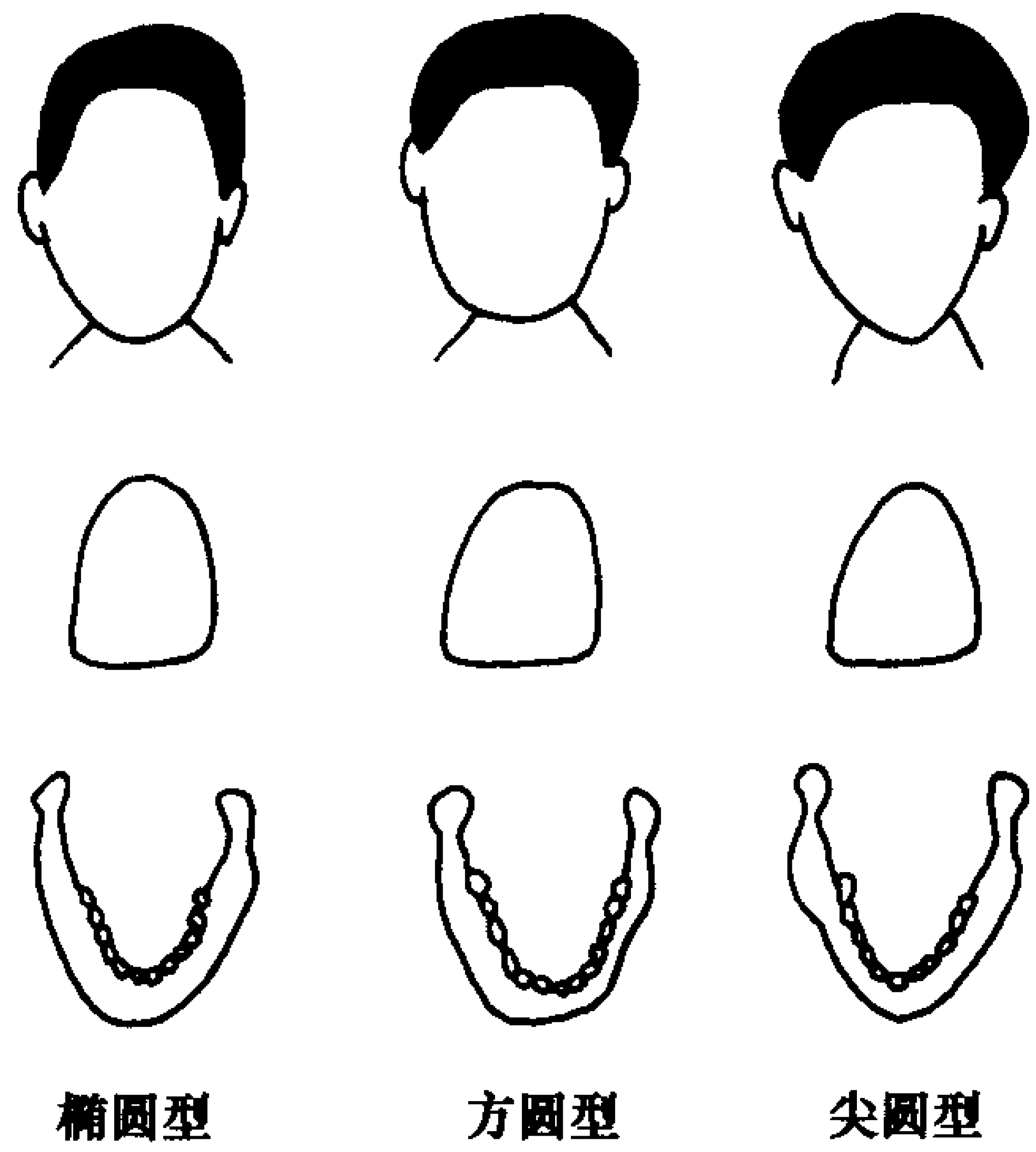


图 6-7　牙型、牙弓型与面型的协调关系

当面型与牙型协调关系较差时，可适当调整牙冠形状或改变视觉面型（经发型、化妆或饰物修饰过的面型，非实际面型）来达到相互协调。

与牙型一样，牙弓型与面型也存在着协调性问题。如方圆型面型的牙弓大致呈 U 型，尖圆型面型的牙弓多呈 V 型，椭圆型面型的牙弓介于二者之间（图 6-7）。当牙型、牙弓型和面型三者协调性较好者，能产生一种视觉愉悦感，不过，实际上这三者协调一致者，在人群中所占比例很低。在临床工作中进行牙体修复、义齿排列及正畸治疗等应充分考虑三者的协调关系。

第三节　色彩与牙体美学

一个物体的色彩往往比形态给人更直接、更迅速的感觉。牙齿形态、排列对容貌美产生较大影响，但色彩变化给人的印象更强烈。在一口洁白的牙齿中出现一个死髓变色牙，往往显得很“抢眼”。四环素牙患者就诊时更多要求医生如何改变牙的颜色，而对牙的形态与排列关注相对较少。因此，在牙体修复中，对色彩的处理应十分讲究，掌握色彩学方面的知识和牙齿的色彩变化规律，是提高牙体修复美学水平的关键因素之一。

一、色彩的三要素

了解色彩的基本特性，对于认识复杂多变的牙齿色彩规律，提高辨色和比色的准确性，具有实际的临床价值。

（一）色相（hue）

又称色调，是色彩彼此区分的名称，也是对色彩分类的界定，如红、绿、蓝等颜色就是我们日常指的色相。可见光谱中，不同波长的辐射在视觉上表现为各种色相，或者说色相确定了每种颜色在可见光谱中的位置。色相可以有成千上万种，人的眼睛可辨别的色相达 200 余种。常用色环内的色相为 12 或 24 种。

（二）明度（value）

或称明亮度，指的是色彩的明暗程度，或者说是人眼对物体的明暗程度的感觉。光

线强时感觉亮，光线弱时感觉暗。白色明度最高，黑色最低。黑白之间逐渐过渡可以分出不同深浅的灰色色调。同一色相不同明度容易区别，不同色相之色彩明度的辨别相对较难，应注意训练提高辨别力。

（三）彩度（chroma）

又称饱和度，指的是同一色相的颜色对比时，该色相的纯度和强度，或者说指色彩鲜艳或饱和的程度。通常以某色彩内含的同色相纯色所占的比例来辨别彩度的高低。如调和两种红色，一种是70%纯红加30%白色，另一种为30%纯红加70%白色，则前者彩度高，后者低。黑、白、灰不存在彩度问题，只有明度变化。在某一色彩中，无论加黑还是加白，都会使纯色含量比例减少，导致彩度降低（图6-8）。

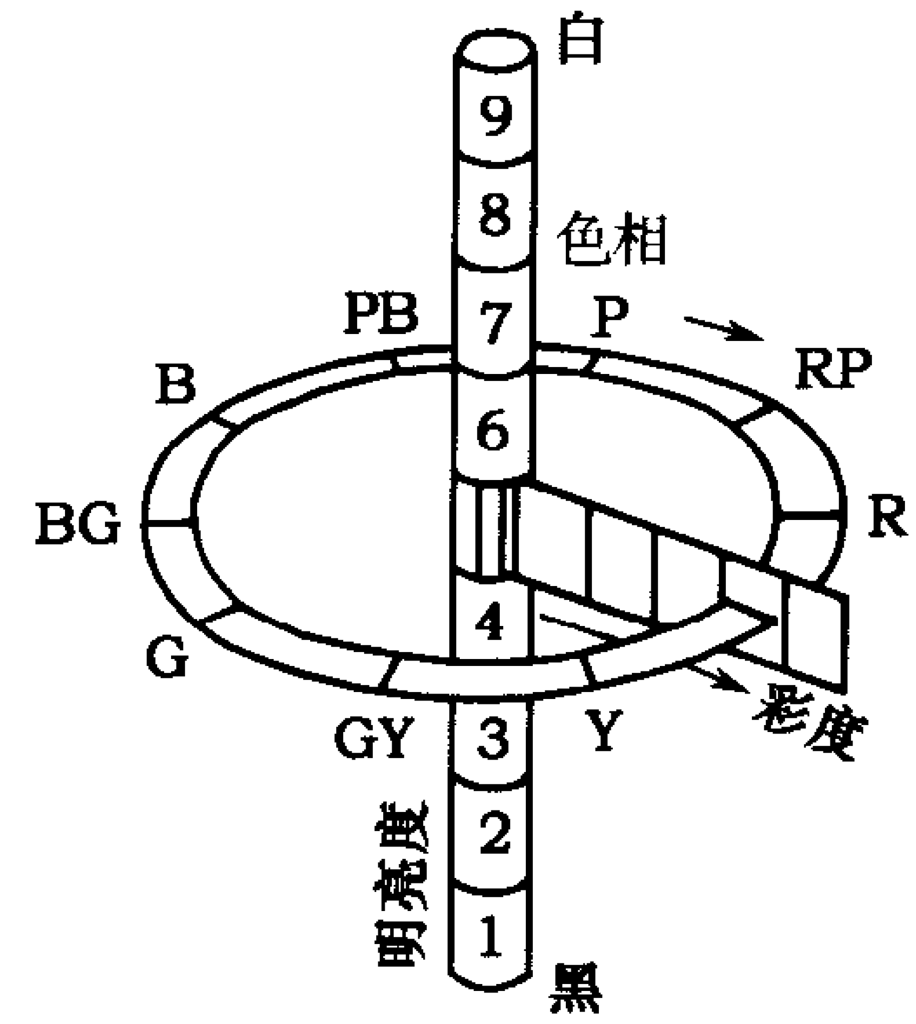


图6-8 颜色立体示意图

二、牙体的色彩变化规律

天然牙齿的颜色是由牙釉质和牙本质共同构成的含有多种颜色的复合色（composite tooth color）。牙本质作为牙齿的基本颜色，是影响复合牙色构成的主要因素。牙本质颜色的变化主要是彩度上的变化，出现了同一口腔中不同牙位颜色的差异。牙釉质的结构和透明度对调节牙齿的明度起重要作用。由于影响牙齿色彩构成的因素较多，导致天然牙颜色变化大，范围广，故不同人种、不同性别、不同年龄、不同牙位以及同一牙位不同部位的颜色都存在着明显差异。据研究表明，需要800个颜色系统才能描述出人类牙齿的颜色。归纳起来，牙齿颜色变化有如下规律：

（一）同一牙位不同部位颜色的变化

天然牙冠颈、中、切各部位色彩变化十分明显。就色相而言，牙体颈部偏红黄色，中部偏黄白，切端呈灰白；就明度而言，牙体中部最大，切端次之，颈部最暗；就彩度来看，牙颈部彩度最大，中部次之，切端最低。

总体来看，牙冠颈1/3和切1/3由于受边界对比等较多因素影响，色彩变化较大。如牙颈部釉质较薄，颜色偏深；切端无牙本质存在，色调偏灰。而牙中部颜色最具代表性，选色时应以牙中部的颜色为准。

（二）不同牙位颜色的变化

同一人口腔中不同牙位的色彩变化趋势是，从上中切牙至尖牙，色相依次从黄色向红色移动，明度由高至低逐渐降低，彩度依次增加，尖牙程度高出中侧切牙约两级。这种变化左右对称。上、下牙相比较，上前牙色相略偏黄，下前牙略偏白，下切牙彩度比上切牙低一级，明度稍高一些。据研究认为，造成同一个人不同牙位色彩出现差异的原因主要是牙本质彩度的变化和牙齿厚度不同所致。

（三）不同年龄牙齿颜色的变化

牙齿的颜色同牙的形态一样在萌出后一生都没有停止过变化。刚萌出的恒牙明度大，彩度低，故青少年时期牙齿既白又亮，光泽感强。随着年龄增加，牙齿逐渐出现明度下降、彩度增加、色相偏棕黄或红黄的变化，光泽感差，色彩暗淡，这种变化在50

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

岁之后更为明显。

（四）不同性别牙齿色彩的变化

据研究表明，女性的牙齿明度略高于男性，彩度稍低于男性。但据临床观察，天然牙颜色变化的性别差异似乎并不明显。不过，在牙体修复选色时，女性对牙齿的明亮度要求普遍比男性高。

（五）不同牙髓状况牙齿颜色的变化

与正常牙髓的牙比较，牙髓坏死后的牙颜色呈明度与彩度都低的暗色调，色相偏红黄，半透性降低，光泽感减弱，随着时间延长，这种变化进一步加重。

（六）四环素牙、氟斑牙的色彩特征

四环素牙、氟斑牙是临床上十分常见的变色牙。这些牙是由于 8 岁之前摄入大量四环素族药物或过量氟，使牙本质、牙釉质结构变化而导致颜色改变。四环素牙整体看明度显著降低，呈现灰、暗、浊的深色调，色相偏红黄，彩度大为降低。四环素牙的颜色变化范围大，色彩特征复杂难辨，给比色选色造成很大困难，尤其是单个前牙烤瓷配色很难达到满意效果。

三、比色及选色

颜色选择是牙体修复中的重要一步，决定了修复体的美观效果。但比色与选色又是一个很复杂的问题。在正常情况下，要做到准确选色并非易事，尤其是四环素牙和氟斑牙进行单个牙配色时更是如此。

目前在临床上主要借助比色板，通过肉眼观察比色，此法简单易行，但用比色板选色仍然存在着诸多问题。首先是比色板的色度分布区域明显小于天然牙的颜色分布范围，常用的几种比色板仅有 9~25 种颜色，难以完全表达多达数百种颜色的天然牙色范围；其次是比色板颜色分布不合理，许多颜色空缺，尤其是偏红黄色相不足；再则是比色板上的树脂厚度或瓷层厚度比修复体上实际的树脂或瓷层厚度要厚的多，而且无金属底层冠衬垫，故牙体修复后的色彩往往达不到比色板上同色牙的效果。

随着科技发展，数码相机和计算机辅助比色已用于临床，改变了单纯由医生填表记录向技工转达颜色信息的方式，增加了医生与技师的交流，使比色、配色更迅速、更准确，提高了临床牙体修复的质量。

使用计算机辅助比色还远未普及。为了提高用比色板比色的质量，口腔医生要不断提高辨色能力，积累临床经验，掌握比色技巧。

（一）提高辨色能力

提高辨色力主要依赖于对色彩理论和知识的掌握程度以及临床经验的积累。人对颜色的感受能力有较大的个体差异，但通过训练，对颜色的辨别、感受和表达可以得到改善。口腔医生应加强对色调、明度和彩度的辨别训练。在比色时，应注意观察参照牙的彩度、明度和色相，并学会对三者分别进行比较判断，可以得到更精确的选色结果。一般认为，确定牙的色相容易，确定彩度和明度则较困难，但通过一定的训练可以得到弥补。

（二）掌握比色技巧

用比色板选色时可采用淘汰法，即迅速浏览比色板，判定天然牙所在或最接近的颜

色区域。选色时强调在短时间内（不宜超过5秒钟）迅速完成，因为延长比色时间会使视细胞疲劳紧张，导致彩度和明度的敏感性降低。比色时虽可重复多次，但第一次比出的结果往往更为可靠，故第一印象很重要。

有经验的医生还会发现，用斜视或瞟视（半闭眼睛）的方法会增加眼睛对颜色判断的准确性。因为半闭眼睛时可减少进入眼睛的光线，使视锥体细胞迟钝，视杆细胞变活跃。为了提高对颜色的敏感性，比色前先凝视一下中性色治疗巾（浅蓝色或灰色），可以减少视觉疲劳，提高比色准确度。

熟悉同颌之间和上下颌之间天然牙彩度与明度的递增、递减变化关系，以及色差级数，是比色时我们应掌握的又一技巧。比如我们知道尖牙的彩度高出中、切牙1~2级，而当尖牙缺失又无同名牙参考时，可通过其颜色级差来推算尖牙的正确色度。

此外，在不能精确选出待修复牙的颜色时，宁可选彩度、明度高的颜色。这是因为如果做的是烤瓷修复体时，完成后的牙冠想提高彩度、明度非常困难，而降低明度、彩度则相对容易。如果做的是光敏树脂修复体，则随时间延长或接受光照后，树脂的明度会降低，色调变暗。

（三）改善比色环境

选色最好在室外自然光条件下进行，光线不宜过强过暗，避免日光直射，散射光最适宜。但更多选色是在室内完成，故应注意诊室内光照条件的布置，如光的种类，光的射量，光的强弱等。因为颜色的变化总是基于光线的变化，光线不适宜，选色很难达到准确。

除了光线之外，诊室内还应布置为中性色调。理想的中性色为灰色或淡蓝色，可以把光泽度减至最低，诊室的墙壁、天花板、椅位及用具都应呈中性色。

为减少比色中的视觉干扰，选色之前应要求女性患者去除浓妆和口红等，身着艳丽服装患者应用中性色治疗巾遮住衣服，色素较重的患者应先洁牙，比色过程中应保持牙面湿润，切勿干燥。

第四节　视觉与牙体美学

人类审美活动主要是靠视觉完成的。视觉包括光觉、色觉和形觉。视觉原理已广泛应用于绘画、雕塑、书法、装饰、建筑、电影电视等视觉艺术中。牙体修复作为一种艺术性较强的实践活动，科学地利用视觉原理指导临床操作，将取得更佳的牙体修复效果。

一、视觉平衡与牙体修复

牙齿左右对称排列给人一种视觉平衡的感觉，如同天平称重一样，支点两端的物体重量达到一致时才会出现重量平衡。要达到视觉平衡，也必须保持视觉支点两侧的视觉重量一致。这里说的视觉支点，指的是呈长方形的口唇的对角线之交点，与中切牙的对称轴应相重叠。在临床上，发育正常的牙列其中切牙对称轴与唇系带及面部中心线应是一致的。所谓的视觉重量则是指用心去感受或判断视觉支点两侧物体的形态、大小和颜色。一般讲，视觉重量有如下特点：体积大的物体比体积小的重，深色物体比浅色物体

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

重，呈立体状物体比平面状的重，运动的物体比静止的重，离支点远的比离支点近的重，离视线近的比离视线远的重，等等。

以上前牙为列，中心线两侧的牙体在形态、大小、色彩一致时，才会产生稳定、均衡的视觉效果。否则，若两侧牙体排列不齐、大小不均，形态各异或颜色深浅不协调，则产生失衡感，令视觉不悦（图 6-9）。

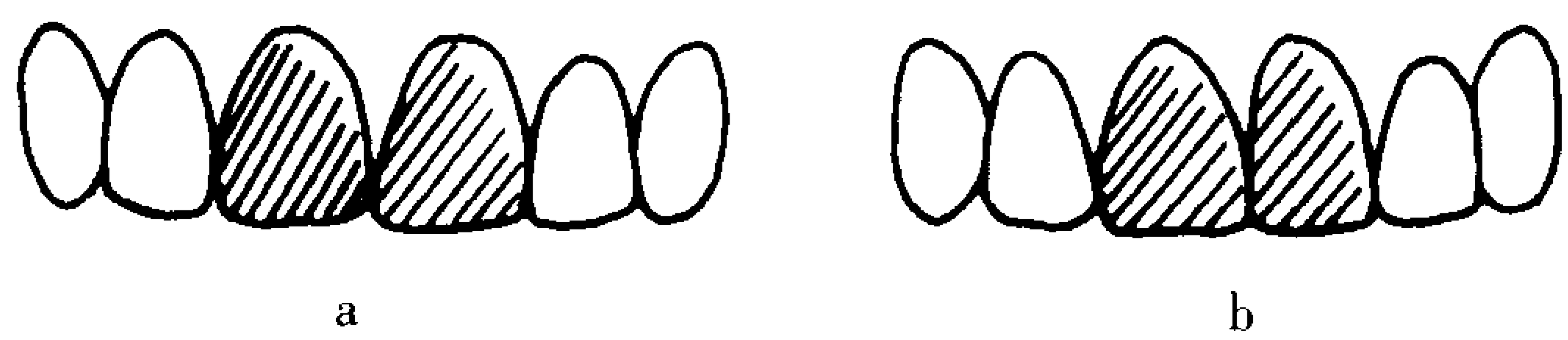


图 6-9　上前牙视觉平衡与失衡

a. 两个上中切牙宽度一致，视觉平衡　b. 两个上中切牙宽度不一，视觉失衡

视觉平衡是前牙牙体修复的重要原则，尤其是上中切牙，是维系中心线两侧牙齿对称平衡的关键性因素。在临床上两个上中切牙不对称修复的实例并非少见。比如，当某种原因造成其中一个中切牙间隙过窄（如牙冠扭转，或牙冠缺损缺失过久），修复时未作适当调整，完成后的牙冠往往明显较对侧牙窄，造成一侧视觉重量大于另一侧的现象，显得极不均衡、协调。笔者认为，当不能满足两侧全部前牙视觉平衡的情况下，两个上中切牙的形态、大小和颜色应尽量达到平衡，否则会严重影响审美效果。

二、性别在牙体修复中的视觉体现

人体的性别特征区别十分明显，无论从外貌的视觉体现，还是从内在气质反应都是如此。千百年来人们对男女的性别差异已形成一种模式化审美规范，比如：力量与坚毅常常作为男子气概的象征，温柔与娴雅则成为女性魅力的展示。男性体现阳刚美，女性具有阴柔美，“刚”与“柔”似乎早已成为区分男女的性别符号。

天然牙也具有明显的性别特征。男性的牙普通较为宽大、丰隆，轮廓线较直，切角较锐，呈线直角锐”的视觉形态，这与男子的刚性特征很相符；女性的牙一般比较小巧玲珑，线条曲缓，外形圆润，呈线曲角钝的视觉形态，与女子的柔性特征十分吻合（图 6-10）。在前牙牙体修复过程中，我们应尽量将这些性别意识溶入进去，使牙体与性别达到一种和谐美感。

但应注意这种性别特征的体现不能生搬硬套，因为有时牙形与性别并非总是一致的。如有的女性的牙长的很宽大，而个别男性的牙却像小米牙，故在临床实际操作中，应结合患牙具体情况和患者本人意愿调整视觉形态。

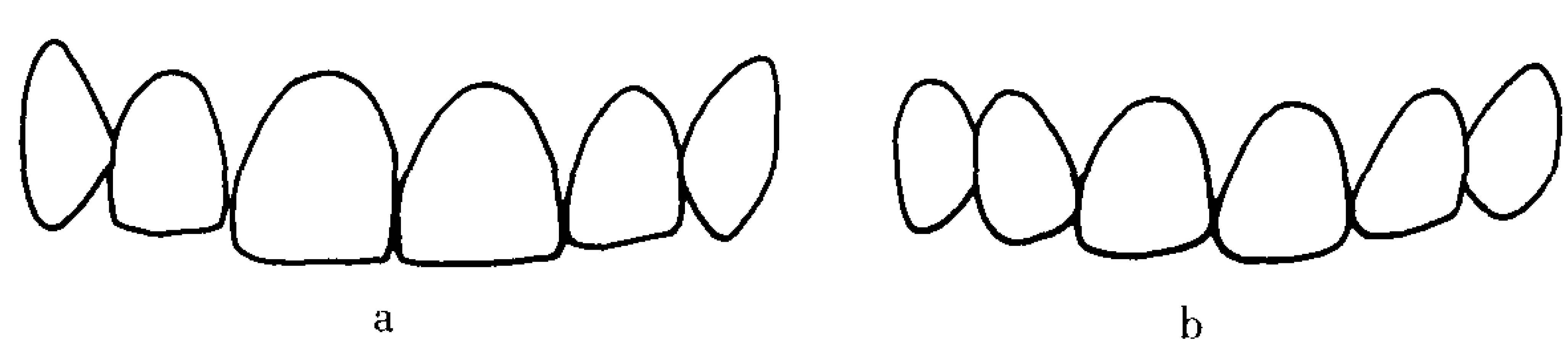


图 6-10　牙体性别的视觉体现

a. 男性牙特征呈线直角锐,宽大丰厚　b. 女性牙特征呈线曲角圆,小巧玲珑

三、性格在牙体修复中的视觉体现

随着审美意识的变化，人们对牙齿已不满足于整齐划一、千篇一律的审美模式，要求张扬个性、显露自我的审美情趣渐成趋势。在牙体修复或义齿排列中，我们对这些患者的个性化要求应予以充分考虑。

（一）活泼型人

上颌侧切牙可做成略向近中扭转，与中切牙远中轻微重叠，或者上颌尖牙稍向唇侧错𬌗，做成“小虎牙”状，突出少女活泼可爱的性格，体现一种青春活泼美。须注意的是，这种个性化处理仅限上颌某一侧的侧切牙或尖牙，而且应掌握好尺度，以防弄巧成拙。

（二）儒雅型人

牙齿的形态应做的规范，线条柔和，大小适中。牙齿排列应尽量整齐、对称、协调，体现端庄、娴静美。

（三）力量型人

牙体应做的宽大、丰隆，切角较锐，切缘较宽且平直，尖牙长而丰利，给人一种力度美之感。

不同性格的视觉体现在实际操作起来仍有一定困难，有时患者性格与牙型也会出现较大反差，如有的体魄高大健壮、性格果断的力量型男性却长的一口儒雅型的牙，有的温文尔雅的女性却长着一口很有力度感的牙。故个别牙缺损缺失的修复应以参照邻牙为主。但是，有的个性化审美要求很容易通过牙体修复体现出来。如有的人为了追求假牙达到逼真、自然的效果，刻意要求在全口义齿的某个上前牙唇面制备洞形，充填银汞合金，或干脆把其中一个或几个树脂牙罩上金属冠；也有的患者要求在烤瓷牙颈部露出金属边缘，或牙冠唇面染上类似烟垢茶渍的色素，如此种种目的意在告诉别人：自己的牙虽不好看但是天然的。

现代人们对牙的审美虽有从经典型向个性化转变的趋势，但我们服务的主要对象仍是经典型审美患者。对个性化修复要求高的患者，应先与其充分沟通，达成共识后才能付诸实际，而且应注意性格体现不宜过度，应“点”到为止。

四、年龄在牙体修复中的视觉体现

牙齿的颜色变化能准确无误的体现出一个人的年龄阶段。如果将年龄大致分为青少年、中年和老年三个阶段，牙冠的切缘磨耗、颈部退缩、色彩变化及触点改变等方面能大致体现出不同阶段的视觉特点。牙体修复中，这些变化规律把握是否恰当，会直接影响到美学效果（图 6–11）。

（一）青少年阶段

刚萌出的恒前牙切端呈锯齿状切迹，中、侧切牙切缘相差 1~2mm 距离。唇面发育沟清晰可见，颈部生长线明显，牙冠颈部短，牙龈无退缩，牙间隙被牙龈乳突充满，接触点无磨耗。牙釉质光泽感强，滑润明亮。总之，年轻人的牙处处显示青春活力美感。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

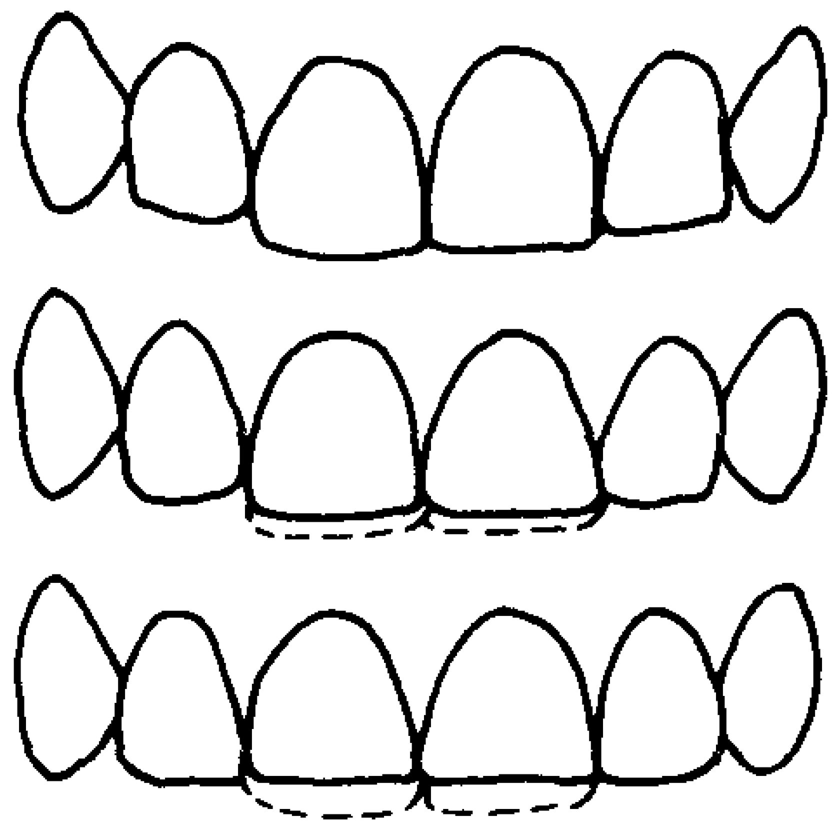


图 6-11　不同年龄阶段牙齿切端磨耗情况

a. 青少年阶段，中、侧切牙切缘长度差 1~2mm

b. 中年阶段，中切牙切缘明显磨耗，长度差缩小

c. 老年阶段，中、侧切牙磨耗，切缘在同一平面

（二）中年阶段

前牙切缘磨耗明显，中、侧切牙切缘相差小于 1mm，唇面亦有磨耗迹象。颈部开始暴露，牙龈出现退缩，触点接触面增大，邻间隙变宽，牙齿光泽感减退。上述变化在 50 岁之后较为明显。

（三）老年阶段

牙冠磨耗变短，上颌四个前牙切端几乎处于一个水平线上，切缘已无透明牙釉质。唇面发育沟等解剖特征消失，颈部明显变长，邻间隙进一步加宽，邻触点变成较长的接触面。牙齿色彩变深而显得暗淡、干枯，光泽感消失。这些一系列视觉特征显示出与老年人生理特征相符的变化。

第五节　错觉与牙体修复美学

一、错觉的概念

错觉（illusion）是指跟事物本身并不相符 （扭曲或失真）的感觉。错觉种类较多，包括视错觉、听错觉、触错觉、嗅错觉和味错觉等。视觉错觉是最常见的错觉，广泛存在自然界和人类社会生活中。应用得当，往往能产生奇妙的功效，给人们带来意想不到的美感。比如通过改变服饰穿着能使体形较胖的人减肥显得苗条，使瘦人增重看起来更丰满。错觉原理广泛应用于绘画、雕塑、建筑、装饰等众多领域，魔术是我们所见到的最典型的一种视错觉艺术。同样，在牙体修复中我们也可利用视错觉艺术，来获得常规方法难以达到的效果。

视觉错觉大体可分为形态错觉和色彩错觉两类。长短、大小、远近、高低等方面产生的错觉属于形态错觉范畴；色彩错觉包括色彩的面积错觉等、距离错觉和重量错觉。下面介绍在牙体美学修复中应较多的几种视错觉。

二、形态错觉

（一）长短错觉

在两条等长的横线两头加上不同方向的附加线后，会产生横线长短不一的感觉（图 6-12）。如图所示，A 线附加线向外扩张延伸，B 线附加线呈收缩

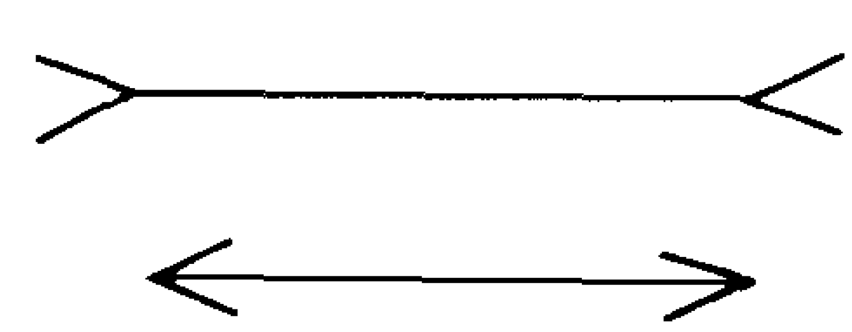


图 6-12　长短错觉

直线 a=b，但看起来 a 长于 b

状，看起来好像 A 线长于 B 线。这是由于线两头附加线的诱导作用产生视觉相差的错觉。

利用这一原理，在牙体修复中不改变牙冠实际长度或宽度的情况下，经过错觉艺术处理牙冠就会变长或缩短，加宽或变窄。比如，在用复合树脂修复牙冠或做贴面时，将切端和牙颈部的树脂减少，作成收缩状斜坡，牙冠看起来就显得短些；相反，在切端或颈部增加树脂厚度或长度，作成延伸扩展状，牙冠就显得长些（图 6–13）。

同样，在牙冠宽度处理上也可利用这一原理。当牙冠较窄时，应在近远中轴角增加树脂厚度，并向两侧邻间隙延伸，牙冠自然就会变宽些；当牙冠较宽时，则应尽量减少近远中轴角区树脂的厚度，做成向中间聚合状，牙冠看起来也就比实际宽度窄一些（图 6–14）。

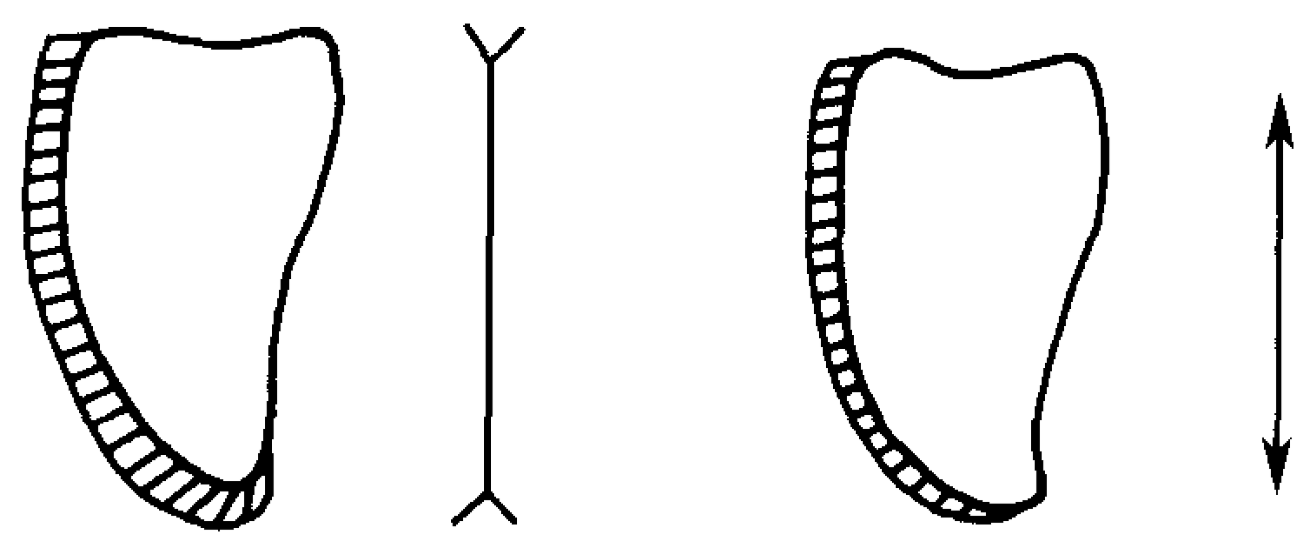


图 6–13 利用长短错觉原理使牙冠“变长”或“缩短”

a. 覆盖树脂在颈切缘成延伸扩张状,使牙冠视觉变长

b. 覆盖树脂在颈切缘成斜坡收缩状,使牙冠视觉变短

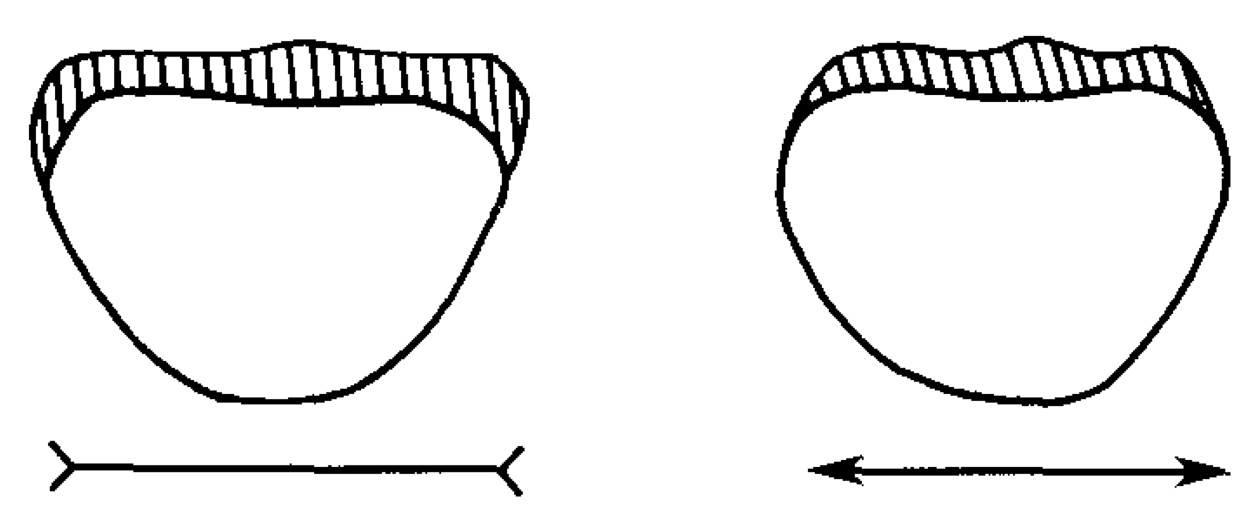


图 6–14 利用长短错觉原理使牙体“加宽”或“变窄”

a. 覆盖树脂在近远中缘向两侧扩张延伸，牙冠视觉上变宽 b. 覆盖树脂在近远中缘向中间收缩呈斜坡状，使牙冠视觉上变窄

（二）面积错觉

物体面积大小不变时，通过改变其位置、方向、形状、颜色等处理后，可达到使该物体被放大或缩小的视觉效果。当被修复的牙冠间隙较同名牙窄时，可使该牙适当扭转或轻微重叠，或唇面尽量平坦减少凸度，或近远中切角变锐，使切缘变宽。如此处理后牙冠会有变得宽一些感觉。相反，当被修复牙间隙比同名牙宽时，牙唇面做的较膨突、丰隆，近远中切角做圆钝些，牙冠就不会显得那么宽。

唇面发育沟处理是改变牙冠视觉面积大小的一个重要因素。牙冠较宽时，可将该牙发育沟做的长而深些，两纵行沟间距窄一些。反之，牙冠较窄时，可将发育沟做的短而浅，两沟间距拉开些。经这些技术处理后，牙宽的视觉面积会出现相应变化（图 6–15）。

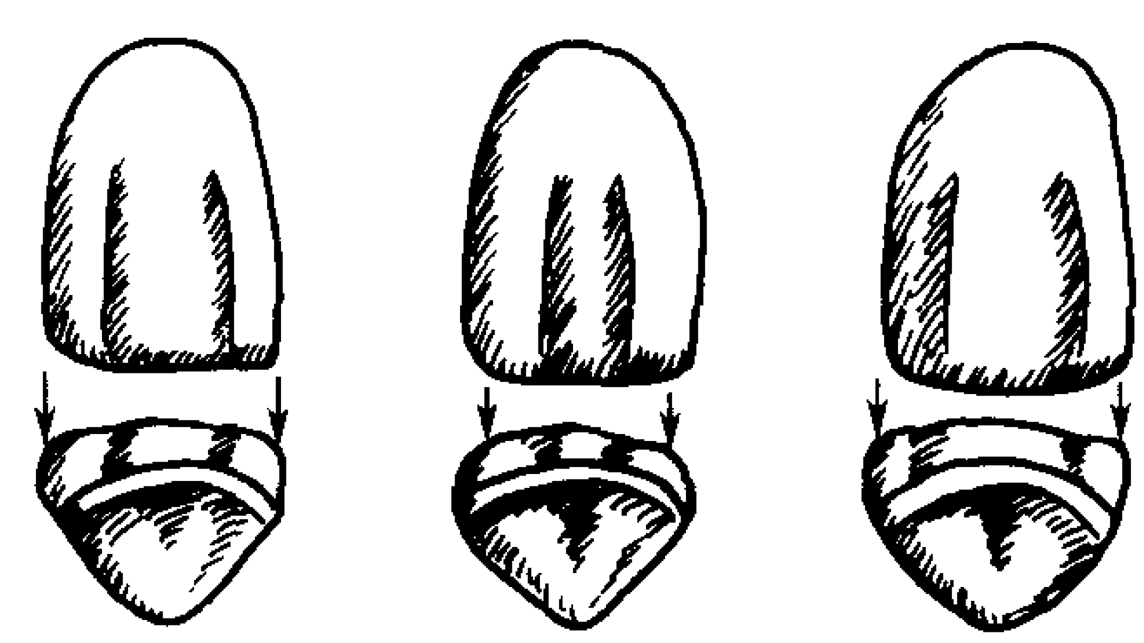


图 6–15 调整发育沟宽度“改变”唇面宽窄

a. 发育沟宽度适度、牙冠宽度正常 b. 发育沟向中间靠拢、牙冠视觉上变窄 c. 发育沟向外分开、使牙冠视觉上变宽

（三）光反射错觉

物体表面越光洁明亮，对光的反射量越多，该物体就显得越大，越显凸。反之，物体表面越粗糙，反光量越少，该物体显得越小，

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

越后退。这是因为光滑面物体光反射呈方向一致的折射，而粗糙面物体光反射方向各异，呈散射或漫反射（图 6-16）。牙体修复中利用这一原理，可以使牙冠大小发生视觉上变化。比如，当牙冠较小时，可将牙面做成尽量光洁平滑，增加光反射量。当牙冠较宽大时，则应将牙冠表面纹理、发育沟等特征做明显些，增加表面粗糙度，减少光的反射。

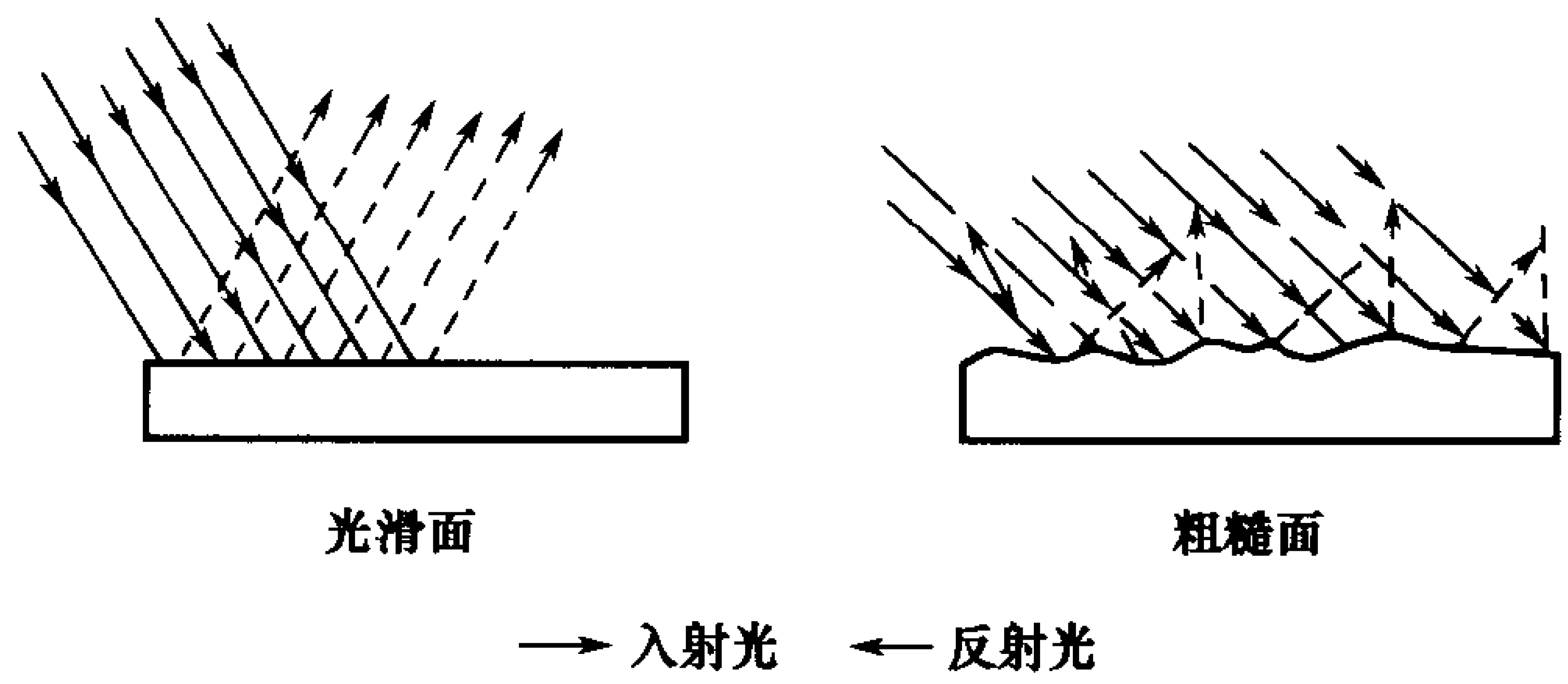


图 6-16　光滑面和粗糙面物体对光的反射

（四）对比错觉

当多个物体相比较时，物体的宽度一致，而长度不相同时，常令人感到长的物体窄些而短的物体宽些（图 6-17）。这种对比错觉现象在天然牙体中普遍存在。如刚萌出的牙因颈部被牙龈覆盖而牙宽较短，老年以后牙颈部暴露牙冠较长。这样常常使人产生年轻时牙冠宽老年后牙冠变窄的感觉。又如，修复前牙时经常遇到这种情况：当两个上中切牙切缘平齐而牙龈不在一个水平时，往往觉得颈部暴露多的牙冠较窄而暴露少的牙冠较宽。如果将颈部长的牙冠做一部分义龈，则两牙的视觉效果就很协调。

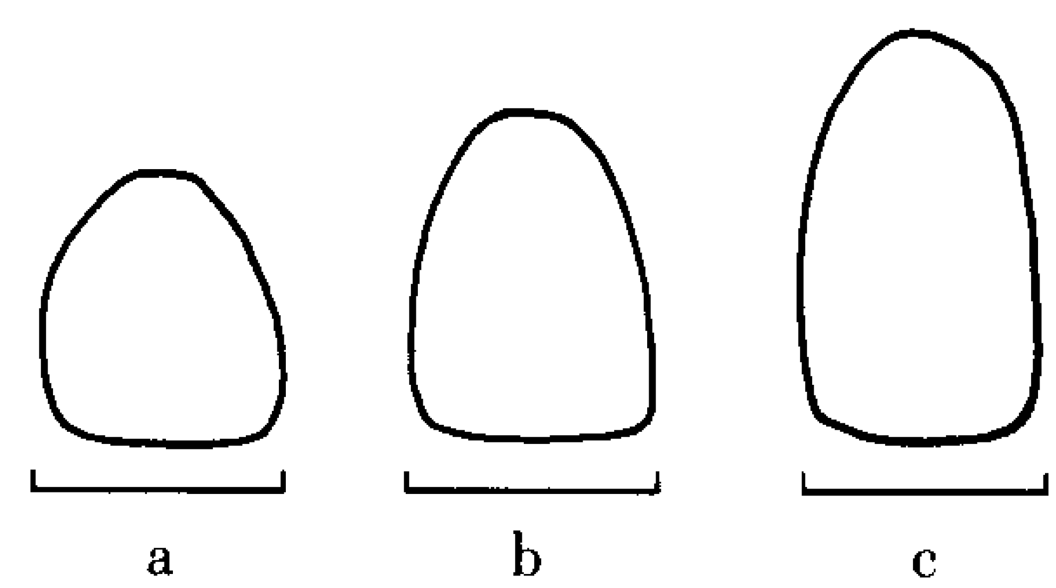


图 6-17　对比错觉

物体 a 宽度=b=c，看起来 a 宽于 b，b 宽于 c

（五）分割错觉

当物体的面积大小一致时，如果作纵行分割线会使物体显得狭长；相反，作横行分割线则会使物体显得短而宽。按此原理处理牙体唇面，会收到事半功倍的效果（图 6-18、6-19）。

（六）渐变错觉

物体大小相同时，距离近者显得大，距离远者显得小。多个物体排列成一条直线后会产生近大远小的渐变感觉。排列整齐的天然牙在正视时会产生一种美妙的渐变错觉感（图 6-20）。如果牙列中某一个（些）牙出现颊或舌向错位，则产生视觉冲突，渐变原

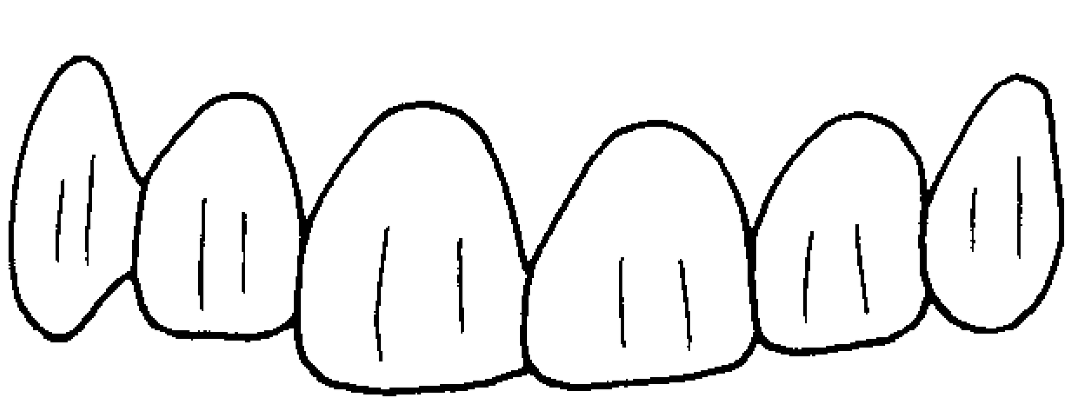


图 6-18　纵行分割线使牙体“变”窄

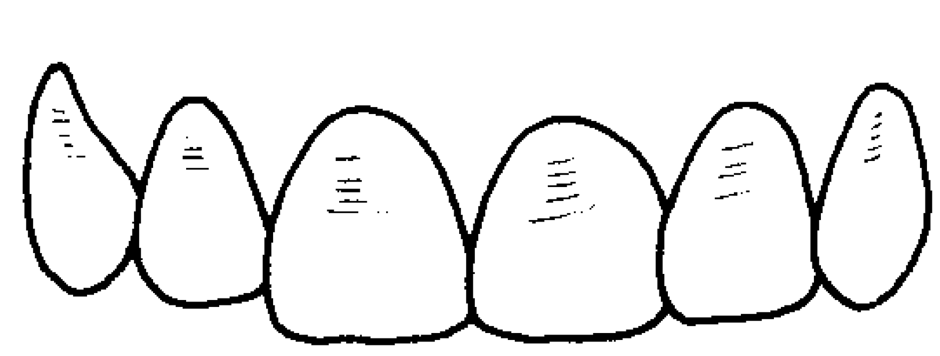


图 6-19　横行分割线使牙体“变”宽

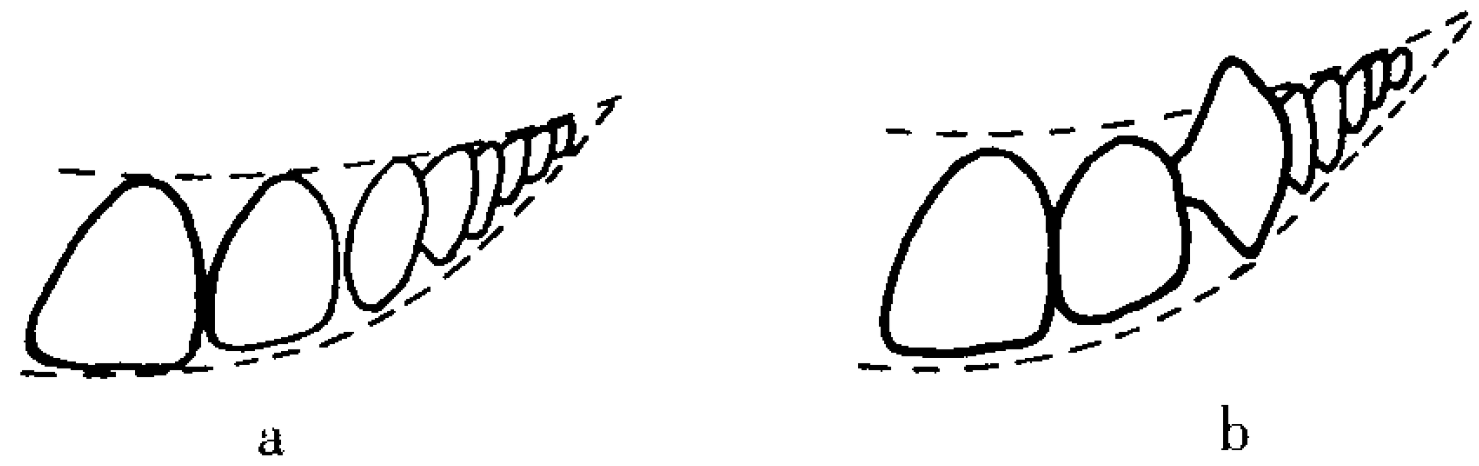


图 6-20　牙列的渐变错觉
a. 排列整齐的牙具有渐变美感
b. 尖牙错位排列，打破了渐变规律

则被打破，无美感可言。牙体修复中或义齿排列时，我们应遵循渐变原则和𬌗关系规律，才能收到美观和功能俱佳的效果。

三、色 彩 错 觉

（一）色彩的面积错觉

波长长的暖色或光度强的颜色能使人产生膨胀感；相反，波长短的冷色或光度弱的颜色能使人产生收缩感。同样大小面积的物体涂上膨胀色看起来比实际大些，而涂上收缩色显得比实际小些。这就是颜色产生的面积错觉。依据这一原则可以解释一些临床现象。例如，在颜色和形态都正常的牙列中出现一个死髓变色牙，总觉得该牙比同名牙小许多（图 6-21）。

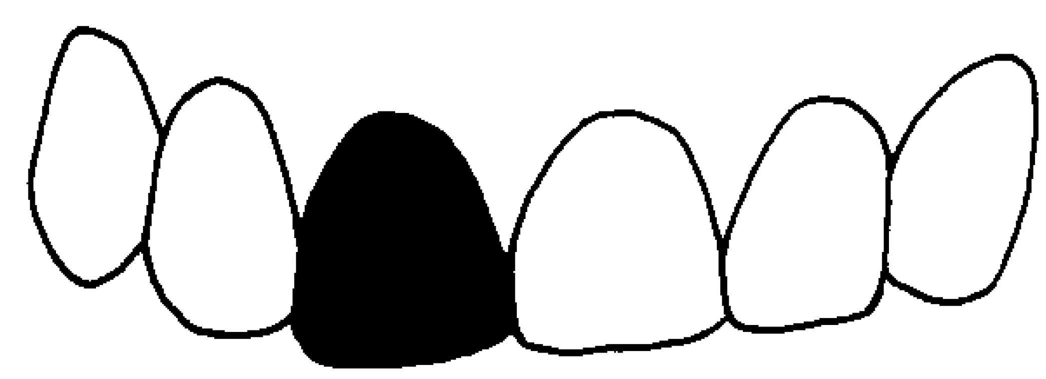


图 6-21　色彩的面积错觉

在四环素牙美容时也经常发现，不少女孩对着镜子第一次看到自己一口黄牙变成白牙时，会惊叹自己的牙变大了。其实，牙冠并没有变大，正是牙的颜色变化产生的视觉错觉现象。

（二）色彩的距离错觉

明度高的色彩具有前进感，好像在向我们靠近；明度低的色彩产生后退感，似乎远离我们而去。许多四环素牙患者美容后，在并没有增加唇面厚度时，总感到自己的前牙向外突出了许多。这也是色彩变化后引起的视觉不适应感，经过一段时间后，这种不适感会逐渐消失。因此，在牙体美容修复前，医生应向患者讲明这种可能出现的感觉变化，使患者有一定的思想准备。

（三）色彩的重量错觉

一般说来，明度低的色彩使人有凝重感，明度高的色彩会给人带来轻快感，有半透明感的颜色比无透明感的颜色感觉轻。物体顶端为轻色基底为重色给人以稳重感。同理，天然牙切端为半透明的轻色调，中部为明度高的浅色调，颈部色调则逐渐加深，使牙冠色彩轻重搭配得当，显得真实、自然、生动，极富有层次感。如果在牙体修复时，整个牙冠呈均匀一致色调，或轻重搭配不合理，无论形态多么美观，则显得美中不足。

第六节　心理学与牙体美学修复

伴随着医学美容广泛开展与研究的深入，美容心理学的研究已经开始起步。美容心理学是医学美容实践活动中必不可少的一部分，从事医学美容工作的医生应掌握必要的心理学知识和技能。美容心理学研究涉及多学科领域，内容十分广泛。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

一、牙齿的审美心理

对于口腔中的天然牙和义齿的审美心理，因不同历史、不同地区、不同民族、不同宗教习俗、不同经济发展以及不同文化程度和不同修养的人而存在很大差异。

历史上我国某些地区以及日本和东南亚地区，曾有以黑齿为美的审美心理。据记载公元前2000多年的夏朝，我国某些地区流行黑齿化妆术。那时，贵族的子女都涂成黑齿，以显示与众不同。我国一些少数民族还保留染黑齿习俗。日本历史上黑齿化妆非常流行，男女孩到8~9岁后就得用铁浆把牙齿染黑，成年女性参加重大社交活动必须先进行黑齿化妆。直到20世纪30年代，日本还流行制作黑色义齿以满足当时人们的审美心理，东南亚地区及非洲一些国家则流行把牙齿染成红色或粉红色以示喜庆。

据考证，我国及世界其他一些国家历史上还流行过毁齿为美的习俗。在成都出土的距今4000多年前的女先民口腔中，发现两个上侧切牙被拔除，据此推测当时我国长江中下游一代曾流行过拔牙才有资格结婚的民俗。古代非洲人具有模仿斑马、鳄鱼条纹的审美心理，竟将自己的口腔中牙齿每间隔一个拔掉一个。非洲某些地区曾流传着中切牙之间的间隙越宽越美的习俗，即使装全口义齿也有意在中切牙之间留出足够宽的间隙才算美。

东南亚一些国家曾流行过“锉牙美容”的习俗。男女儿童八九岁开始由专门锉牙匠锉牙，逐渐将上前牙锉成纵斑状或楔形以满足美感。

对牙体缺损和牙列缺失修复的审美与不同时期口腔科技发展水平密切相关。如20世纪30年代后牙科开始用金属饰面的人造冠进行修复。于是，在那时我国及东南亚地区许多国家广为流行镶金牙为美。更有甚者干脆把健康的天然前牙也部分或全部包上人造金属冠以赶时髦。当时，人们把镶得起金牙看成是财富和富贵的象征，即所谓“启齿露金”。直到现在我国及东南亚一些国家经济发达地区还有这种“包金牙”现象。这在牙体修复已达到至善至美的今天，前牙镶人造金属冠已被视为不良修复体，远不能适应现代人们的审美需求。

文化素质与修养高低对牙齿的审美心理迥然不同。修养较高的人始终保持着自己的牙齿洁白、健康。牙齿有色素或长牙结石后会主动到医院要求洁牙，牙齿有缺损或缺失会及时要求医生进行修复，牙齿不整齐或颜色不正常会主动要求整形或美齿，而修养较差的人对自己满口烟茶垢渍或前牙残缺不全也无求治求美要求，即使是对医生合理的治疗建议或劝导也无动于衷。

随着历史的变迁，经济和文化生活发展，人们的审美意识提高，对牙的审美心理也在不断改变。历史上我国及世界各地许多有关牙齿的审美习俗现在大都销声匿迹。现代人们的审美标准在世界各地已趋于大同：拥有健康、洁白、整齐的牙才是美。

二、牙齿对人的心理影响

容貌是人类自身审美的中心，牙齿是容貌美中的重要组成部分，对人的社会心理不能不产生重要影响。

当一个人拥有一口洁白、健康、美观的牙齿，常令人羡慕，能给人带来自信和满足，在公众场合下会随心所欲的开怀大笑。而当牙殆出现这样那样的缺陷时，如颜色、

形态、排列严重异常，或外伤、龋坏引起牙体缺损、缺失，他们的笑口却不那么常开，常表现出一种自卑心理。牙殆畸形患者在儿童时期因缺乏自信心会影响学习及人格发育，在成人以后影响求职、求偶和社会活动，甚至到了老年之后自卑心理也依然存在。

牙或牙殆的某种缺损会影响着人的一生心理健康，甚至婚姻和事业成败。口腔医生有责任用专业和美学的技术满足他们求治求美的要求，尤其是对儿童的牙及牙殆问题应及早妥善处理，使他们从小在健康心态下成长。这里特别指出的是，对 10 来岁儿童恒前牙外伤折断后，一些医生作完根管治疗后对缺损牙冠不作修复，而告诉家长等到孩子十八岁后再来作全冠。这样处理势必会使孩子牙体缺损长达数年，其结果不仅造成一系列生理上的不良后果，还会给孩子心理上产生很大压力。对未成年儿童前牙冠缺损，可用光敏树脂恢复其外形，以解决全冠修复前的美观和功能，消除成年之前因为残冠带给孩子不必要的心理影响。

三、牙体美容修复求治者的心理类型分析

随着人们的审美意识不断提高，主动到牙科门诊要求作牙齿美容治疗的人逐年增多。许多因龋病、外伤、发育等原因引起的牙齿形态、排列、颜色异常的患者迫切希望医生能妙手回春，还他们一口美观自然的牙。这些求治者的求美动机、心理期望值与心理定位各不相同。医生应根据其生理、心理等方面不同情况进行具体分析，以取得受术者与术者之间的沟通与配合，减少术后不必要的纠纷。

一般说来，牙体美容修复受术者的心理状态和求美动机，与其年龄、性别、性格、文化与修养、地位与身份、生活环境与职业等诸多因素有关。

（一）合理性求美心态

这一类型患者的心理素质稳定，求美动机单纯，要求也较合理。如四环素牙、氟斑牙患者的牙齿功能和形态都很正常，但颜色不好看，要求把牙齿颜色变白。求美者多系主动要求就医，目的明确，动机单纯，容易与医生配合和沟通，也容易认同医生的治疗计划和术后效果，即使当时对术后效果不够满意时，也能客观、理智的看待。在牙体美容修复患者中，这一类型所占比例较大，是牙齿美容施术的主要对象。

（二）期望过高求美心态

牙体美容修复术中有一部分患者求美期望值过高，心理定位与自身客观条件不相符合，他们的要求超过现有医疗条件和水平。这一类型的人对医生往往过分挑剔，对术后效果失落感较大。如有的重度四环素牙患者，颜色极深，希望既少花钱又不磨牙的情况下，用光敏树脂贴面达到烤瓷牙的美观效果；又如有的患者牙齿颜色并不在烤瓷牙比色板范围之内，作单个牙冠修复时出现一定的色差在所难免，但他们难以接受和理解；还有的年轻女性患者，上前牙牙体本身较宽大，又存在牙间隙时，要求医生不仅要关闭牙间隙，又要把牙齿做成小米牙。对于如此种种求美要求，虽然运用已有的美学手段和技巧处理，可以最大限度满足他们的要求，但实际效果与期望值仍有一定差距。故术前医生应对求美者耐心解释和正确引导，充分沟通达成共识后实施操作。临床经验表明，牙体缺损小的患牙用光敏树脂修复容易获得患者的满足，而缺损大对烤瓷牙认同感更好；四环素牙颜色深的患者对烤瓷牙满足程度更大，而浅色四环素牙患者对光敏树脂修复常能获得满意效果。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

（三）从属性求美心态

这一类型患者往往在从众心理支配下才到医院求美。其中大多是为顺应环境变化的要求，或为了满足他人的心理需要，常在亲朋好友劝说下，才情不自愿地求助医生做牙齿美容修复，对于这类求美患者，我们应尽量做到成人之美。

从属性求美者中，主要是择业、求职或特殊职业需要者，如大学毕业找工作，或参选空姐、演员、节目主持人等。这一部分年轻人居多，且有逐年增加趋势。另一部分人求美是为获得他人信任和尊重，此类多为中年人，且有一定的地位和身份。

从属性求美动机的人虽说带有些情不自愿，但大多仍是合理性心态，能与医生配合，容易认同美容效果，也有少部分人自己无主见，犹豫不决，多由家人或朋友拿注意，术中配合较差，对术后结果要么抱无所谓态度，要么会节外生枝，而且对医生的解释难以认同。如四环素牙作光敏树脂贴面或烤瓷牙修复后，总认为自己的牙变的过大过突，实际上这是由于色彩变浅后视觉上产生的不适应感觉。无论医生怎样耐心解释，他（她）们仍然对此失望不已。因此，对于这类病人术前应有所察觉，谨慎对待。

四、牙体美学修复中医患的心理交流

医生与患者之间不应是施术者与受术者的主被动关系，应该建立起相互信任与尊重、理解与沟通的合作关系。医患之间的心理交流成为治疗取得成功必不可少的一个环节。

为了获得医患双方都认可的美容效果，医生除具有坚实的专业理论和美学知识及精湛的临床技能外，还应有良好的心理素质和沟通技巧，学会与患者平等相处，善于作心理交流。有经验的牙医，治疗前总是花较多时间与患者探讨治疗方案，有时要提供多种方案供病人选择，并对不同方案的治疗程序、术后效果、所需经费和时间等耐心加以说明。讨论过程中应仔细倾听和分析患者提出的要求或建议。这种心理交流对中老年患者以及牙体缺陷严重并有心理障碍的人更是必要。当患者对医生的治疗方案与分析认同感较强时，便会对术者产生极大的信任感。否则如果医生语言简单、粗暴，或缺乏心理沟通技巧，便会失去信任感，极大影响患者对术后效果的认同，甚至中断或拒绝治疗。当患者对治疗结果难以认同时，认真仔细寻找原因，并及时解决。如果疗效因现有技术水平限制达不到患者期望值时，也应讲明情况，正确引导，患者大都能理解。

因此，医患关系处理好坏关键在于医生。只有尊重患者才能获得患者的信任，才能达成医患共识，避免临床上不必要的纠纷。笔者认为，术前不惜花费较多时间通过交谈、照片、图画、模型甚至电脑影像系统与患者进行心理沟通。通过交流一方面掌握了病人的心理状态，便于随时调整治疗计划，另一方面也展示了医生的学识水平和职业风范，让患者对你产生一种牢固信任的心理定势。事实上，牙体美容修复术不仅术前需要医患沟通，术中和术后全过程中都应贯穿思想交流。

第七节　牙体修复材料与美学

修复体的美学目的和牙体牙髓病审美修复的目的相同，既要恢复牙体组织和生理外形，又要重建已丧失的生理功能，其最高要求就是能和人的天然牙媲美，达到以假乱真

的程度。

牙是人体中最硬的器官，牙釉质和牙本质的硬度和压缩强度都很高，因此耐磨性很好，有良好的咀嚼功能。牙齿一旦出现形态破坏，不能自愈，只能通过修复材料治疗，才能达到恢复形态和功能的目的。因此，选择恰当的修复材料治疗对达到美容要求有重要的作用。

一、修复材料学特点

牙体的审美修复应达到恢复生理外形的美观和重建生理功能的实用性的双重目的。修复材料的大小、形态、色泽和各种协调关系等，都要适合个体的生理特点。

牙釉质和牙本质的硬度和压缩强度都很高，因此耐磨性很好，有良好的咀嚼功能。牙釉质、牙本质和几种常用牙体修复材料的努普硬度与压缩强度值见表 6–1。从表 6–1 可见，银汞合金和陶瓷的硬度和压缩强度都较大，耐磨性较好，但它们和牙体无粘接性；而和牙体有一定粘接性的玻璃离子粘固剂、丙烯酸酯树脂和复合树脂的硬度和压缩强度都较小，因此它们的耐磨性较差。选择材料时，原则上要求材料的综合性能尽量接近牙体组织，并且恢复生理外形和重建生理功能要并重，缺一不可。不过在某些情况下应有所侧重，如对前牙的修复，以恢复生理外形美为主，对后牙的修复，则以恢复生理功能为主。因此，材料是牙体修复的物质基础，选用性能优良的材料为牙体牙髓病治疗提供了基本保证。

表 6–1　牙和几种修复材料的硬度与压缩强度

材　　料	努普硬度（MPa）	压缩强度（MPa）
牙釉质	3430~4310	261~400
牙本质	680	232~305
银汞合金	1100	201~483
陶瓷	4600~5910	14.5~138
玻璃离子粘固剂	180~310	20~173
丙烯酸酯树脂	200~210	76~97
复合树脂	250~710	170~448

每个牙齿都有特定的功能和外形特征，因此要求修复体能达到形态逼真的效果，要准确呈现牙体的细微结构与形态特点。例如，切牙具有共性，即冠呈铲形，为单根，具有美观、发音和切割功能；但也有个性，即相邻切牙或上、下切牙有明显的区别。相邻的侧切牙与中切牙相比，侧切牙较细窄些，唇面较凸些，舌面较凹些，近中切角和远中切角大小相差的比例较大些。下切牙与上切牙相比，下切牙的冠部和根部较细些，显得长些，邻面较平压些，舌面窝不明显，根部较扁狭。即使同一个牙，其左右两半也有明显的区别，如中切牙的近中切角为锐角，远中切角为钝角，近中高些，远中矮些。修复体只有与同名牙的形态尽可能相似，才能体现出形式美。

修复体的颜色和光泽度应与天然牙尽可能相似，即为白中带黄而有晶莹光泽的平滑硬质固体，能再现天然牙色泽的层次性及半透明性，在形、色、质等方面尽量接近同名

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

牙，同时要与健康牙体组织和相邻牙体形成和谐统一的美感，取得以假乱真和修旧如旧的效果。

每一个牙的修复体，都应是一种精心制作的艺术品，要达到功能和美的统一，能满足患者的审美需要，给人以美的精神享受。

二、修复材料的色泽性

掌握色彩和光泽的和谐性，获得美感，对牙体审美修复是非常重要的。

颜色由彩色和非彩色构成。彩色指除黑白以外的所有颜色，有色调、彩度和明度三个特性。色调为颜色的名称，可分为10种色调；彩度为颜色的纯度；明度为物体对光的反射性，可分为11个等级，是三个特性中最不容易调整的。非彩色指黑色和白色，只有明度的区别。

牙体修复材料一般采用性质稳定、不易退色的无机颜料，如钛白和铬黄等，还加入适量不同折光率的材料及荧光剂，以获得白中带黄的自然和谐的天然牙色及半透明性，符合牙体的审美要求。

影响修复体色泽的原因较多，除了材料本身的配色问题和修复体的变色与腐蚀问题外，还有选牙色的方法问题。

颜色的测定一般采用分光光度色彩计、光电色彩计和视感色彩计等，因受条件限制，口腔临床极少采用，多为企业和研究单位使用。口腔临床通常使用的选牙色方法，主要有肉眼观察颜色和用比色板进行比色。

比色板是用各种颜色组合制作色板，按一定分类顺序编号排列，组成特定的比色板，再以色板作为目视测量颜色的标准。通常，不同的修复材料和修复体都有自己特定的比色板系统。修复过程中，常用比色板对照患者余牙色泽，参照患者面部皮肤和牙龈颜色，在自然光下的不同位置上来选择适合的修复材料或修复体的色泽，以获得天然牙的自然美感。一般来说，中青年的牙色偏白，肤色白皙，龈色粉红；老年人的牙色略黄，肤色略黄，龈色暗红。在牙体的审美修复中，要避免对比强烈和反差过大，如黑与白，大与小，长与短并列时，将明显影响审美效果。

数码技术应用于牙体审美修复，可作为一种数字化比色法，优点突出，特别方便医生与患者的交流配合，有利于牙体审美修复的设计，有利于提高牙体审美修复的效果；作为资料保存和修复前后效果的对比研究也非常方便和实用，并可快速调看，其发展趋势将取代传统光学照相机摄影。

三、修复材料的变色与腐蚀

（一）修复体的老化

老化是修复体变色的原因之一，对塑料和复合树脂修复体的影响很大。在口腔环境中，在唾液、食物残渣及分解物、氧气、酶、微生物等化学与生物因素，以及热、光、咀嚼应力等物理因素的综合作用下，前述修复体容易出现降解等现象而使原有性能变坏。此外，高分子修复体中含有阻聚剂和有机叔胺促进剂等辅料，前者具有酚羟基，后者具有胺基和叔胺基，它们在光与热的作用下极易氧化变色，从而加深了修复体的颜色。因此，应从材料的组成和结构进行改性，如加入紫外线吸收剂，选用不易氧化变色

的叔胺促进剂等，也能降低老化程度，提高修复体的色泽稳定性。

（二）修复材料的腐蚀

金属及高分子修复材料在口腔环境中很容易发生腐蚀，并且产生的腐蚀很复杂。唾液除含水分外，还含有少量的蛋白质等有机物，少量的钠、钾、钙、氯、碳、酸、双硫氰酸等无机物可作为电解质；食物残渣及分解物生成多种盐和有机酸；在口腔咀嚼应力的作用下，尤其是硫化物的作用，使腐蚀更易发生。腐蚀发生的初期，仅修复体表面变色和失去光泽，进一步发展则破坏修复体。在几类修复体中，银汞合金修复体的腐蚀性较大，表层不仅失泽变色，还可见明显的小凹或片状剥脱，大多由电化学腐蚀所致；变色物为 Cu_3Sn 的硫化物，可被氧化为硫酸盐而易于溶解，造成腐蚀。改进材料的组成和结构，或将修复体表面打磨抛光，都能减少腐蚀和变色现象。

（三）修复材料的磨损与着色

牙的修复体在口腔中使用一段时间后，都有不同程度的变色，主要原因是修复体被磨损后表面变得粗糙无光泽，容易沉积菌斑和食物残渣而着色；另外，修复体和牙体之间存在边缘微漏，容易沉积色素而产生线条状染色。修复体表面的抛光性和光洁度越高，则磨损与着色程度越低，审美性越好，如超微型复合树脂中无机填料的粒度已达纳米级，可形成超光滑的表面，故磨损与着色程度很低。

四、各种修复材料的应用审美要求

（一）银汞合金

银汞合金使用方便，其充填体的强度很高，耐磨性极好，努普硬度高达 1100MPa，24 小时后的压缩强度不小于 300MPa，可以充分恢复牙体的咀嚼功能，是目前最好的充填修复材料。银汞合金与牙体无粘接性，固位作用主要是摩擦力，所以有继发性龋发生。银汞合金充填体是热和电的良导体，因此窝洞较深时应先作垫底。银汞合金呈银灰色的金属色泽，影响美观，所以一般不用于前牙，特别是前牙唇面的充填修复。充填体的表面容易失泽或腐蚀，影响了美观和性能。

银汞合金的种类有几种，按组成可分为高铜银汞合金、低铜汞合金、含氟银汞合金，前者的性能最好，后者有抑制继发性龋和促进釉质再矿化作用，适用于乳牙。按银合金粉的形状可分为球形银合金粉和屑形银合金粉，前者的强度较高。按产品包装可分为胶囊包装和传统瓶装，前者的粉液比例准确，性能较好，又可有效防护汞的污染。

开发出性能优良而无汞害的合金充填材料，是口腔临床亟待解决的难题之一。镓合金充填材料的发展前景广阔，极可能替换银汞合金，值得关注。

（二）复合树脂

复合树脂是一种化学合成的高分子牙体修复材料，临床上广泛使用。复合树脂的机械性能和耐磨性比银汞合金差，在恢复咀嚼功能方面不如银汞合金，但是它无汞害，在环保方面明显优于银汞合金。复合树脂及其配用的粘接剂，对牙体有较大的粘接性，固位作用主要是摩擦力和粘接力，因此，对充填窝洞的要求不如银汞合金严格。复合树脂充填体中的残留单体对牙髓有一定刺激作用，在作深龋治疗时应先垫底。复合树脂充填体是热和电的不良导体，对牙体无相应的刺激作用。复合树脂最突出的优点，就是它的颜色和光泽度接近人的天然牙，颜色稳定性也较好，在恢复生理外形和美观方面明显优

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

于银汞合金，特别适用于前牙，也可用于后牙。

复合树脂的种类按固化方式可分为化学固化型和可见光固化型，按填料粒度可分为大颗粒型、小颗粒型、超微型和混合型。可见光固化型和超微型复合树脂适用于前牙，其充填体有光洁的表面、较好的色泽稳定性和耐磨性，临床操作时间充足。化学固化型、小颗粒型和混合型适用于后牙，其充填体的强度较高。

复合树脂的主要组成有树脂基质（如 BIS-GMA 等）、稀释单体（如 TEGDMA 等）、无机填料（如二氧化硅和玻璃粉等）、引发体系（如化学固化的 BPO-DHET，可见光固化的樟脑醌与有机叔胺等）、阻聚剂（如 DTBC 等）和着色剂（如钛白、铬黄等）。目前在复合树脂的主要组成，如无机填料、树脂基质和粘接剂方面的研究已取得较大进展，期望将来能取代银汞合金。

复合树脂修复的关键，是要正确选择适合于患者的色号与规格的复合树脂，要严格按临床技术规范进行酸蚀处理和使用复合树脂，并有熟练的雕塑技巧，修复体应与邻牙和牙弓外形统一谐调，要尽量接近特定的天然牙的正常形态、色泽与质感，否则将影响审美性与复合树脂在牙体上的保留率。

复合树脂覆盖修复的优点是操作简便，磨除牙体组织少，恢复的牙冠形态和色泽自然谐调，即使覆盖的复合树脂脱落后也能方便的重新作覆盖修复，并对牙体组织无损害，材料及修复费用较低。缺点是复合树脂修复体在使用过程中可能逐渐变色、磨损或脱落，使用期一般为 3~5 年，远期修复效果不如牙面或冠修复。

成品复合树脂牙面修复体的硬度较高，耐磨性较好，表面光洁度更高，颜色和半透明性与牙釉质非常相似，色泽稳定性更好，不易再着色或变色，并减少了表面裂缝、片状剥脱和边缘微漏，减少了临床塑形时间等，尤其是远期修复效果比复合树脂覆盖修复好。缺点是磨除的健康牙体组织较多，材料及牙面修复的费用较高。

（三）玻璃离子粘固剂

是一种新型高分子粘固剂，其颜色类似人的天然牙，有充足的操作时间，并具有良好的粘接性、生物安全性和抗龋性等特点。主要成分有硅酸铝盐玻璃粉、含甲基丙烯酸酯支链的聚羧酸、光敏剂和水等。固化反应有两种，首先是羧基与玻璃粉所含的 Al^{3+}、Ca^{2+}等离子进行络合反应，糊状物的稠度增大，但不会凝固，然后经光照后发生自由基聚合反应才迅速固化，这两种反应相互独立，互不干扰。也可使用可见光固化复合树脂进行修复。

近年来推出了叠层修复术，即先将玻璃离子粘固剂与牙本质结合，固化后对其表面粗化处理，然后再覆盖复合树脂，固化后两种材料以机械嵌合而结合。叠层修复术既利用了玻璃离子粘固剂与牙本质的良好粘接性，又发挥了复合树脂与牙釉质的良好粘接性和较高的机械强度，同时减小了微漏的程度，增强了固位效果。

牙体的审美修复既要考虑材料性能，也要从患者的整个人体系统考虑，运用环境美和心灵美，改善病人的心理和思想感情，从而强化审美修复效果。病人一进入医院，洁净和绿化的环境就能直接引起人的美感。候诊时，融入了大自然、音乐和色彩的诊室环境能调节病人的心理状态，绿色植物使人心胸开朗，树木花草的气味，如柏树香味能消除人的紧张心理，肉桂香味能使人心境平静；蝉鸣鸟唱、流水潺潺等大自然音乐，“春江花月夜”和“江南好”等乐曲都有镇静和解闷的作用；绿色和蓝色能使人冷静；这些

都可收到辅助治疗的效果。治疗过程中，医务人员的外在形象美，良好医德医风的心灵美，温情的话语，亲切的微笑，和蔼的眼神，都常常能减轻病人的痛苦与焦虑，发挥修复材料与技术所不能起的美容效果。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

第七章 龋　　病

龋病是发生在牙齿硬组织上的慢性细菌性渐进性疾病，造成牙齿硬组织的颜色、形态、质地的改变，影响咀嚼功能。在龋病发病的初期，牙齿硬组织内脱矿引起牙釉质晶体结构的变化，透明度改变，牙釉质呈白垩色。龋损进一步发展，牙齿硬组织中无机物溶解，有机物分解，牙齿硬组织崩解，组织缺损形成龋洞（图 7-1）。牙齿硬组织缺乏自身修复能力，龋洞未及时治疗，进一步发展可引起牙髓炎、根尖周炎、颌骨炎症等一系列并发症，也可引起全身的感染性疾病。因此，学习和掌握龋病的发病机制、临床诊断、治疗及有效预防方法，对维持口腔的生理功能及全身的健康有着十分重要的意义。



图 7-1　龋病

第一节　龋病病因

大量的研究证实，龋病是以细菌为主的多因素综合作用的结果，主要的致龋因素包括细菌和牙菌斑、食物和蔗糖、牙齿和机体对龋病的敏感性等。

1890年著名的口腔微生物学家 W.D. Miller 提出龋病病因的化学细菌学说。该学说首次提出龋病发生是口腔细菌产酸引起牙脱矿的结果。口腔细菌通过合成代谢酶，分解口腔中的碳水化合物，形成有机酸，造成牙齿组织脱钙。在蛋白水解酶的作用下，牙齿组织中的有机质溶解，使牙体组织崩解，形成龋洞。化学细菌学说的基本观点认为龋病发生首先是牙齿硬组织的脱矿溶解，再出现有机质的破坏崩解。Miller 学说是现代龋病

病因学研究的基础，阐明了口腔细菌利用碳水化合物产酸、溶解矿物质、分解蛋白质的生物化学过程。

Miller酸脱矿经典实验：

牙齿+面包（碳水化合物）+唾液——牙齿脱矿

牙齿+脂肪（肉类）+唾液——无牙齿脱矿

牙齿+面包（碳水化合物）+煮热唾液——无牙齿脱矿

该系列实验第一次清楚地说明，细菌利用碳水化合物合成有机酸是龋病发生的根本原因，阐明了口腔微生物、食物、有机酸与龋病的关系。但该学说未阐明牙面微生物存在的形式，未分离出致龋菌，而认为口腔细菌都可以引起龋齿。

Gottlieb（1947 年） 提出蛋白溶解学说。该学说的基本观点认为龋病的早期损害首先发生在有机物较多的牙体组织部位，如牙釉质的釉板、釉柱鞘、釉丛和牙本质小管，这些部位含有大量的有机物质。牙面微生物产生的蛋白水解酶使有机质分解和液化，晶体分离，结构崩解，形成细菌侵入的通道。细菌再利用环境中的碳水化合物产生有机酸，溶解牙齿硬组织。龋病是牙齿组织中有机质先发生溶解性破坏，再出现细菌产酸溶解无机物脱矿的结果。该学说未证实哪些细菌能产生蛋白水解酶，动物实验也未发现蛋白水解酶的致龋作用。

Schatz（1955 年）提出了蛋白溶解螯合学说。认为龋病的早期是从牙面上的细菌和酶对牙釉质有机基质的蛋白溶解作用开始，通过蛋白溶解释放出各种螯合物质包括酸根阴离子、胺基、氨基酸、肽和有机酸等，这些螯合剂通过配位键作用与牙齿中的钙形成具有环状结构的可溶性螯合物，溶解牙齿硬组织的羟磷灰石，形成龋样损害。螯合过程在酸性、中性及碱性环境下都可以发生，该学说未证实引起病变的螯合物和蛋白水解酶。

蛋白溶解学说和蛋白溶解螯合学说的一个共同问题是在自然情况下，牙釉质的有机质含量低于1%，如此少的有机质要使90%以上的矿物质溶解而引起龋病缺乏实验性证据。

随着现代科学技术的发展，大量的新研究方法、新技术和新设备用于口腔医学基础研究，证实龋病确是一种慢性细菌性疾病，在龋病的发生过程中细菌、牙菌斑、食物、宿主及时间都起了十分重要的作用，这就是著名的四联因素学说（图 7-2）。该学说认为，龋病的发生必须是细菌、食物、宿主三因素在一定的时间和适当的空间、部位内共同作用的结果，龋病的发生要求有敏感的宿主、致病的细菌、适宜的食物及足够的时间。四联因素学说对龋病的发生机制做了较全面的解释，被认为是龋病病因的现代学说，被全世界所公认。

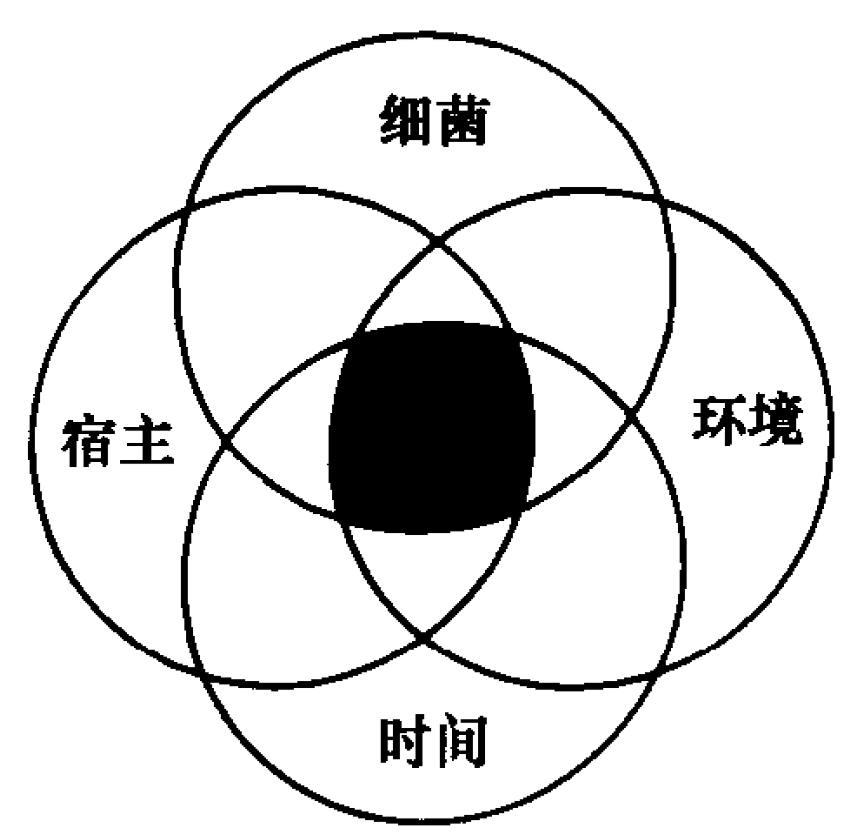


图 7-2 龋病发生的四联因素

一、细 菌 因 素

龋病是一种细菌性疾病，细菌是龋病发生的最关键因素，大量的研究证明没有细菌就没有龋病。无菌动物实验发现在无菌条件下饲养的动物不产生龋齿，使用抗生素能减

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

少龋齿的发生。实验发现由龋损部位分离出的致病菌接种于动物，能引起动物龋齿或离体牙人工龋损。临床研究也发现未萌出的牙齿不发生龋齿，一旦牙齿暴露在口腔中与细菌接触就可能发生龋齿。口腔中的细菌种类约500余种，与龋病发生关系密切的细菌必须具备较强的产酸力、耐酸力；能利用糖类产生细胞内外多糖；对牙齿表面有强的黏附能力；合成蛋白溶解酶等生物学特性，主要的致龋菌有变形链球菌、乳酸杆菌、放线菌等。

细菌致龋的首要条件是细菌必须定植在牙齿表面，克服口腔的机械、化学、物理、免疫的排异作用，细菌产生的有机酸需对抗口腔中强大的缓冲系统，常难以使牙齿硬组织脱矿。只有在牙菌斑这种特定环境条件下，细菌有机酸产生聚积，牙齿表面 pH 下降，矿物质重新分布，出现牙齿硬组织脱矿，从而产生龋齿，因此牙菌斑是细菌致病的重要环境条件。

二、牙 菌 斑

牙菌斑（dental plaque）是黏附在牙齿表面以细菌为主体的微生态环境，细菌在其中生长代谢、繁殖衰亡，细菌的代谢产物对牙齿和牙周组织产生破坏。牙菌斑主要由细菌和基质组成，基质中的有机质主要有多糖、蛋白质、脂肪等，无机质有钙、磷、氟等。牙菌斑的基本结构为三层：基底层（获得性膜），中间层和表层，（图 7-3）。唾液中的糖蛋白选择性地吸附在牙齿表面形成获得性膜，细菌在膜表面的黏附定植到牙菌斑的形成一般需要 5~7 天的时间。牙菌斑成熟的重要标志是在菌斑的中间层形成丝状菌成束排列，球菌和短杆菌黏附其表面的栅栏状结构，在菌斑的表层形成以丝状菌为中心，球菌或短杆菌黏附表面的谷穗状结构（图 7-4）。

牙菌斑一经形成，紧紧地附着在牙齿表面，常用的口腔卫生措施如刷牙不能消除，长期集聚于牙面上。紧靠牙齿的菌斑深层由于处于缺氧状态，有利于厌氧菌的生长代谢，细菌利用糖类进行无氧代谢，产生大量的有机酸，堆积在菌斑与牙齿表面的界面，界面 pH 下降，牙齿表面出现脱矿，导致龋病。牙菌斑是龋病发生的必要条件，没有菌斑就没有龋病。动物实验和流行病学调查研究表明控制菌斑能有效地减少龋病发生。

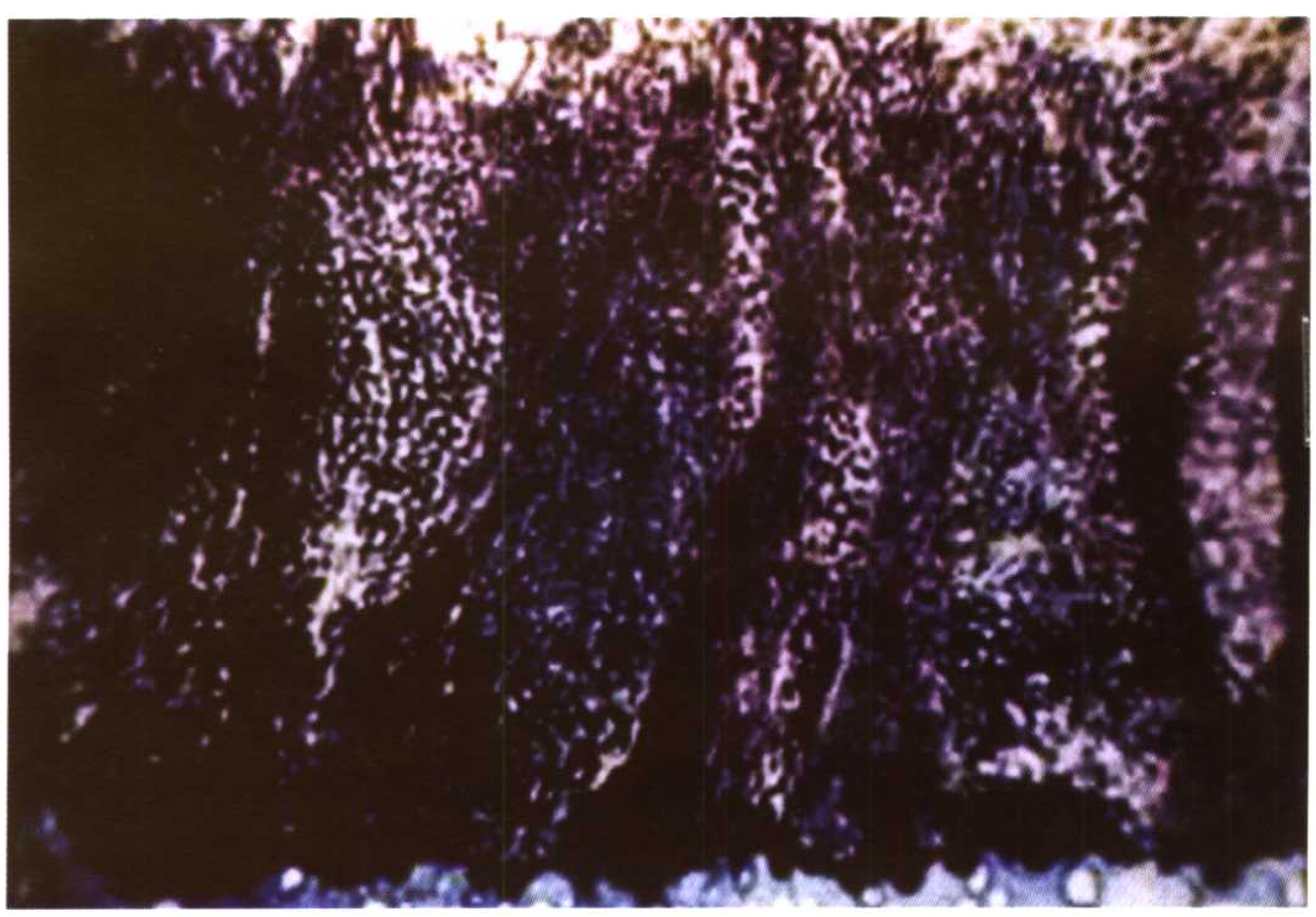
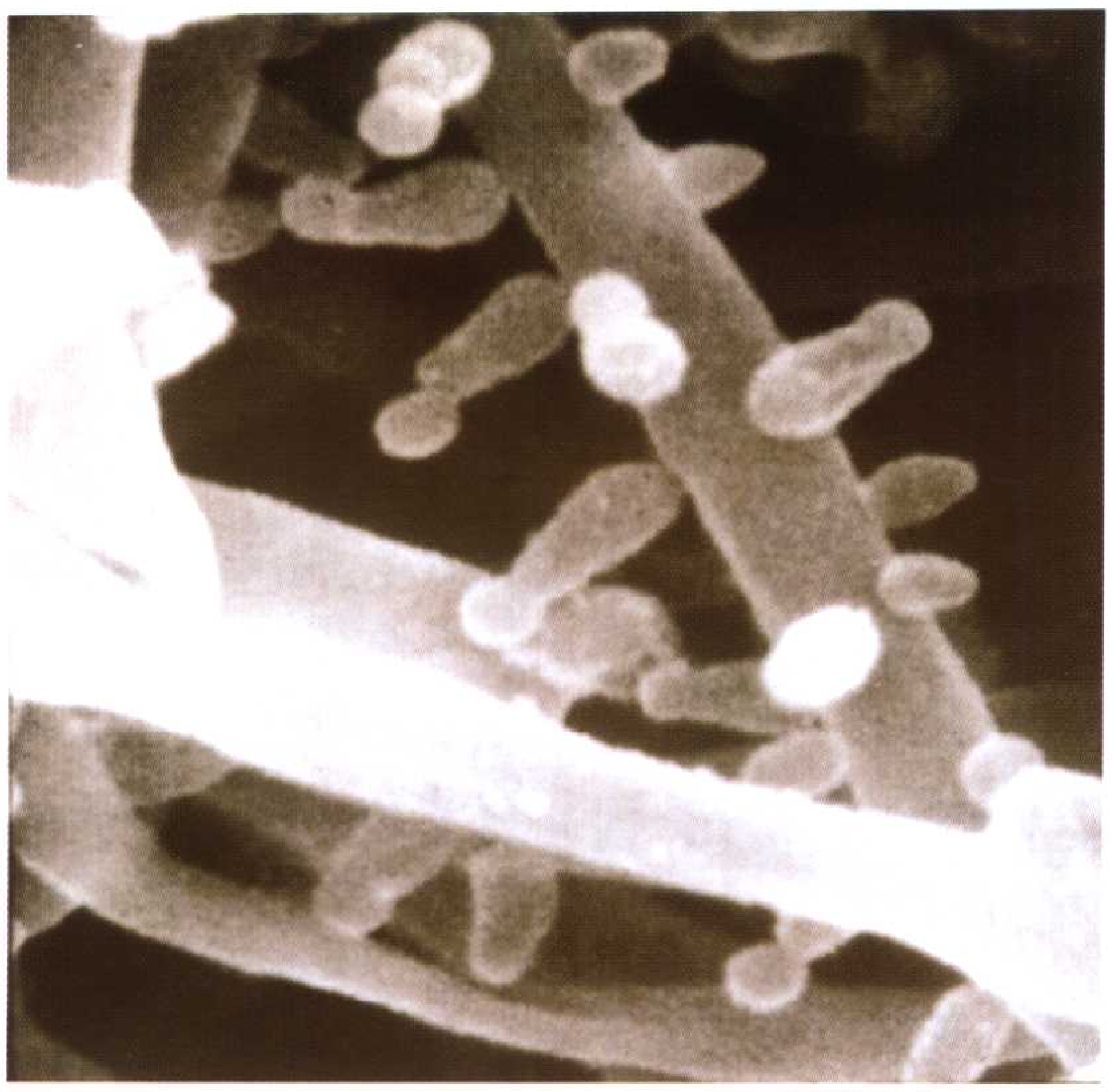


图 7-3　牙菌斑的基本结构


图 7-4　牙菌斑的谷穗状结构

牙菌斑的致龋机制的三种学说：

非特异性菌斑学说　龋病不是口腔或菌斑中特殊的细菌所致，而是菌斑中细菌共同作用的结果，菌斑所产生的致病性产物超过了机体的防卫能力，导致龋病发生。

特异性菌斑学说　龋病是由菌斑中的特殊细菌引起的，这些特殊细菌就是与龋病发生关系密切的致龋菌。研究发现菌斑中的致龋菌都是口腔中的正常微生物群，非致龋菌在条件适宜时也可以引起龋病。

生态菌斑学说　是牙菌斑致龋机制的最新理论。该学说提出牙菌斑的细菌是口腔的正常微生物群。正常情况下，细菌之间、细菌于宿主之间处于生态平衡，不发生疾病；一旦条件改变，如摄入大量的糖类食物、口腔内局部条件的改变、机体的抵抗力下降等，正常口腔微生态失调，正常口腔或菌斑细菌的生理性组合变为病理性组合，一些细菌成为条件致病菌，产生大量的致病物质，导致龋病发生。根据生态菌斑学说理论的基本观点，龋病的有效防治的重点应该是设法将口腔细菌的病理性组合恢复为生理性的生态平衡。

三、食 物 因 素

食物是细菌致龋的重要物质基础。食物尤其是碳水化合物通过细菌代谢作用于牙齿表面，引起龋病。

碳水化合物是诱导龋病最重要的食物，尤其是蔗糖。糖进入菌斑后，被细菌利用产生细胞外多糖，参与菌斑基质的构成，介导细菌对牙齿表面的黏附、定植。合成的细胞内多糖是细菌能量的储存形式，保持菌斑内的持续代谢。糖进入菌斑氧含量较高的外层，糖进行有氧氧化，产生能量供细菌生长、代谢；但在菌斑深层，由于缺氧，进行糖无氧酵解，产生大量的有机酸并堆积在牙齿与菌斑的界面，不易被唾液稀释，局部 pH 下降，造成牙齿脱矿。细菌产生的有机酸有乳酸、甲酸、丁酸、琥珀酸，其中乳酸量最多。糖的致龋作用与糖的种类、糖的化学结构与黏度、进糖时间与频率等有十分密切的关系。

食物中的营养成分有助于牙齿的发育。在牙齿萌出前，蛋白质能影响牙齿的形态、表面矿化程度，提高牙齿自身的抗龋能力。纤维性食物如蔬菜、水果等不易黏附在牙齿表面，有一定的清洁作用，能减少龋病的发生。

四、宿 主 因 素

不同个体对龋病的敏感性是不同的，宿主对龋的敏感性包括唾液成分、唾液流量、牙齿形态结构以及机体的全身状况等。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

牙齿的形态、结构、排列和组成受到遗传、环境等因素的影响。牙齿的矿化程度、化学组成、微量元素等直接关系到牙齿的抗龋力。牙齿的点隙窝沟是龋病的好发部位，牙齿排列不整齐、拥挤、重叠等易造成食物嵌塞，而产生龋病。

唾液在龋病发生中起着十分重要的作用。唾液是牙齿的外环境，影响牙齿的发育，同时唾液又是口腔细菌天然的培养基，影响细菌的黏附、定植、牙菌斑的形成。唾液的质和量、缓冲能力、抗菌能力及免疫能力与龋病的发生有密切关系，唾液的物理、化学、生物特性的个体差异也是龋病发生个体差异的原因之一。

唾液中的钙、磷酸盐及钾、钠、氟等无机离子参与牙齿的生物矿化，维持牙齿硬组织的完整性，促进萌出后牙齿硬组织的成熟，也可促进脱矿组织的再矿化。重碳酸盐是唾液重要的缓冲物质，能稀释和缓冲细菌产生的有机酸，有明显的抗龋效应。唾液缓冲能力的大小取决于重碳酸盐的浓度。

唾液中的蛋白质在龋病的发生中起重要的作用。唾液粘蛋白是特殊类型的糖蛋白，吸附在口腔黏膜表面形成一种保护膜，阻止有害物质侵入体内。粘蛋白能凝集细菌，减少对牙齿的黏附。唾液糖蛋白能选择性地吸附在牙齿表面，形成获得性膜，为细菌的黏附提供条件，是牙菌斑形成的第一步。同时该膜作为牙齿表面生物保护膜，能阻止细菌有机酸对牙面的破坏。富脯蛋白、富酪蛋白、多肽等能与羟磷灰石结合，在维护牙齿完整性、获得性膜的形成、细菌的黏附定植中起重要的作用，唾液免疫球蛋白还能阻止细菌对牙齿的黏附。

五、时间因素

龋病是发生在牙齿硬组织的慢性破坏性疾病，在龋病发生的每一个阶段都需要一定的时间才能完成。从唾液糖蛋白选择性对牙面的吸附、细菌在获得性膜上的黏附定植到牙菌斑形成，从糖类食物进入口腔被细菌利用产生有机酸到牙齿表面的脱矿等需要时间。一般说来，从牙菌斑的形成到龋病的发生需要6~12个月的时间。在此期间，对龋病的发现和有效预防有足够的时间。因此，时间因素在龋病发生中有十分重要的意义。

四联因素必须在一特定的环境中才易产生龋病，这个特定的部位是指牙齿上的点隙裂沟和邻面的触点下方（龈方）。这些部位是龋病的多发区，光滑牙面上很难发生龋病。在龋病的好发区，菌斑容易长期停留，为细菌的生长繁殖、致病创造了条件，它们是一个半封闭的生态环境，在这样一个环境内，营养物、细菌等容易进入，使环境内产生的有害物质不易被清除，日积月累菌斑就变成一个有害的生态环境了。

此外，龋病的发生和发展还与性别、种族、家族、遗传、居住环境、全身状况等因素有关。

第二节 临床表现

龋病的基本过程是牙体组织内，脱矿与再矿化交替进行的过程，当脱矿大于再矿化而出现净脱矿时，龋病开始发生。随着牙齿无机成分溶解脱矿，有机组织崩解，病损扩大，从牙釉质进展到牙本质。在这个病变过程中，牙齿硬组织出现色、质、形的改变。

一、牙齿光泽与颜色的改变

龋病硬组织首先累及牙釉质，釉柱和柱间羟磷灰石微晶体脱矿溶解，硬组织的折光率发生变化。病变区失去半透明而成为无光泽的白垩色；脱矿后釉质表层孔隙增大，易于吸附于外来食物色素，患区即可能呈现棕色、褐色斑。龋坏牙本质也出现颜色改变，呈现灰白、黄褐甚至棕黑色。龋洞暴露时间愈长，进展愈慢，则颜色愈深。外来色素、细菌代谢色素产物，牙本质蛋白质的分解变色物质，共同造成了龋坏区的变色。

二、牙齿硬组织缺损

龋病由于不断的脱矿和溶解而逐步发展，随时间的推移，出现由表及里的组织缺损。早期龋坏在牙釉质表现为微小表层损害，逐步沿牙釉柱方向推进，并在锐兹线上横向扩展，形成锥状病变区。由于牙釉柱排列的方向，在光滑牙面呈放射状，在点隙裂沟区呈聚合状，因此，光滑牙面上锥形龋损的顶部位于深层，而在点隙裂沟内锥形龋损的顶部位于表层（图 7–5）。龋病侵入牙本质后，由于牙本质内矿物质含量较少，其发展速度加快，并易沿釉牙本质界及向深层扩展，牙本质发生龋损时，由于顺着釉牙本质界扩展，就可以使部分牙釉质失去正常牙本质支持而成为无基釉。无基釉性脆，在咀嚼过程中不能承受咬合，出现碎裂、破损，最终形成龋洞。

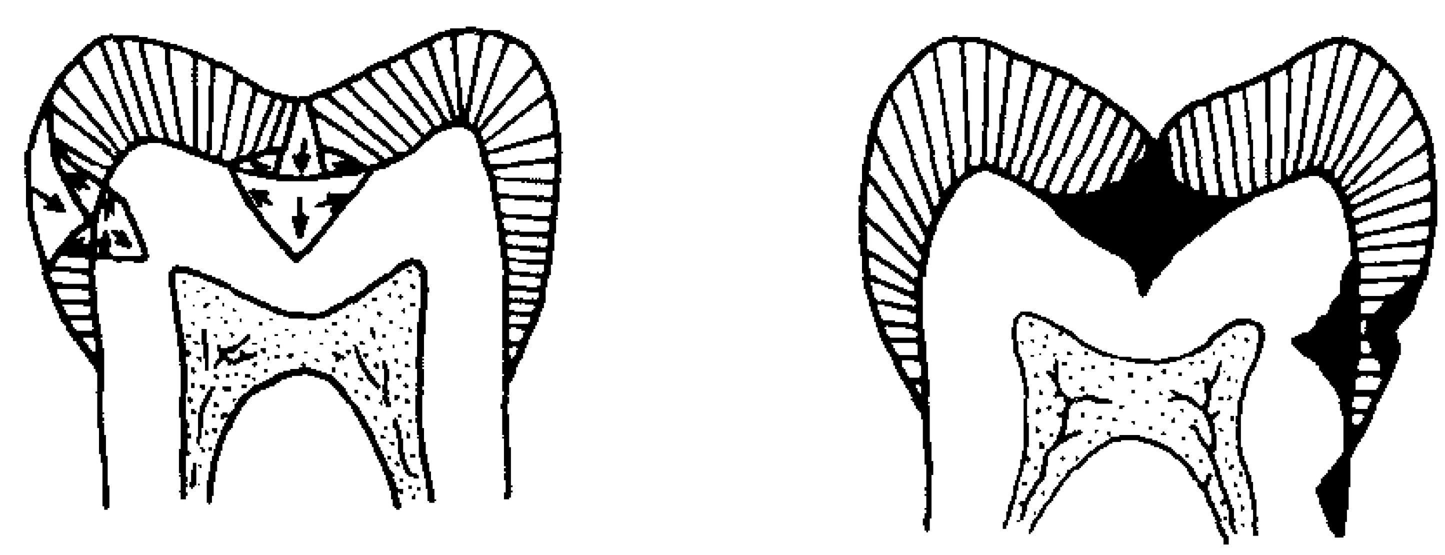


图 7–5　龋损的锥形病变

三、牙齿光滑度和硬度的改变

牙釉质、牙骨质或牙本质脱矿后都会出现硬度下降。临床上使用探针检查龋坏变色区有粗糙感，失去原有的光滑度。龋坏使硬组织脱矿溶解后，硬度下降更为明显，呈质地软化的龋坏组织用手工器械即可除去。

四、进行性破坏

牙齿一旦罹患龋病，就会不断地、逐渐被破坏，由浅入深，由小而大，牙体硬组织被腐蚀，成为残冠、残根。在硬组织破坏的同时，牙髓组织受到侵犯，引起牙髓炎症，甚至牙髓坏死，进而引起根尖周病变。这一过程可能因机体反应的不同，持续时间的长短有所差异。牙体组织一旦出现缺损，若不经过治疗，或龋病发生部位的环境不变，病变过程将不断发展，难于自动停止，缺失的牙体组织不能自行修复愈合。

五、好 发 部 位

龋病的发生，必然首先要在坚硬的牙面上出现一处因脱矿而破坏了完整性的突破点，这个突破点位于牙菌斑–牙面的界面处。如果菌斑存在一个短时期就被清除，如咀嚼或刷洗，则其对牙面的脱矿作用中断，已出现的脱矿区可由于口腔环境的再矿化作用得以修复。因此，牙齿表面一些细菌易于藏匿而不易被清除的隐蔽区就成为菌斑能长期

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

存留而引起龋病的好发部位。临床上将这些部位称为牙面上的滞留区，常见的是点隙裂沟的凹部，两牙邻接面触点的区域，颊（唇）面近牙龈的颈部（图 7-6）。牙面自洁区，系指咀嚼运动中，借助于颊（唇）肌和舌部运动、纤维类食物的摩擦及唾液易于清洗的牙面。在这些部位细菌不易定居，故不易形成菌斑，龋病也就不易发生。自洁区是指牙面的牙尖、牙嵴、牙面轴角和光滑牙面部位。

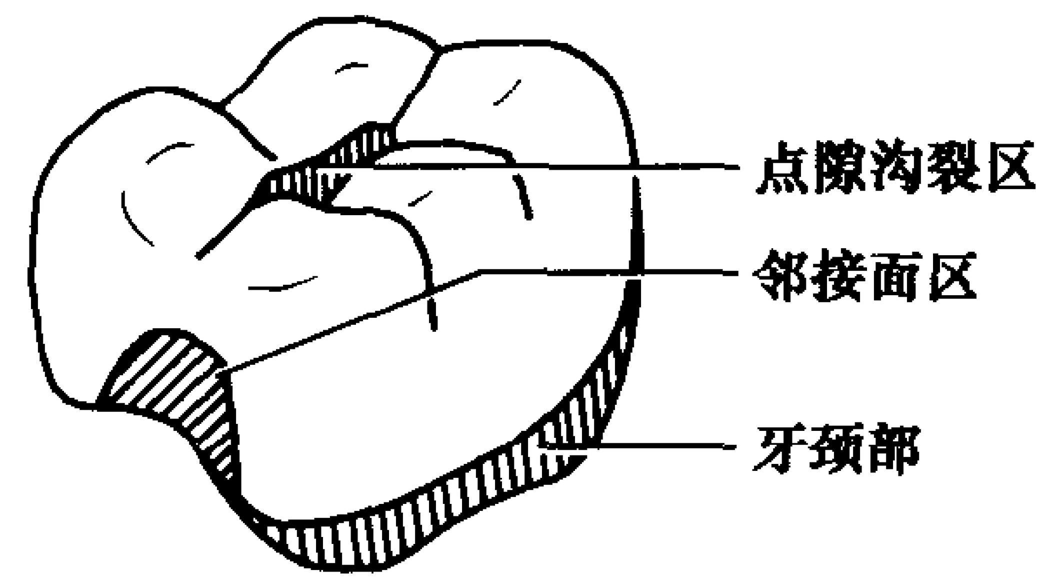


图 7-6 牙齿表面的滞留区

（一）好发牙

由于不同牙的解剖形态及其生长部位的特点有别，龋病在不同牙的发生率也不同。流行病学调查资料表明，乳牙列中以下颌第二乳磨牙患龋最多，顺次为上颌第二乳磨牙、第一乳磨牙、乳上前牙，患龋最少的是乳下前牙（图 7-7）。在恒牙列中，患龋最多的是下颌第一磨牙，顺次为下颌第二磨牙、上颌第一磨牙、上颌第二磨牙、前磨牙、第三磨牙、上前牙，最少为下前牙（图 7-8）。

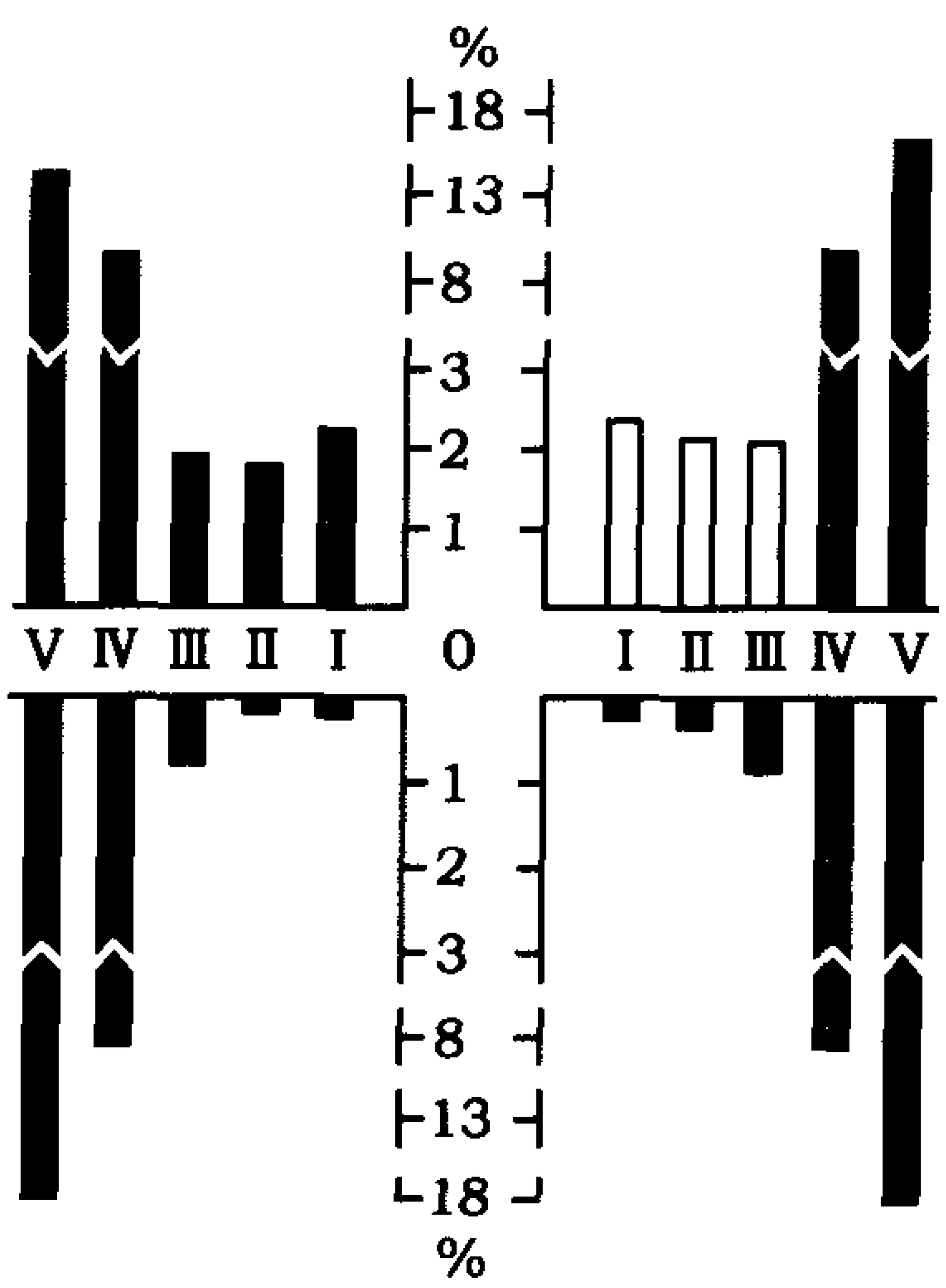


图 7-7 乳牙列龋病发生频率

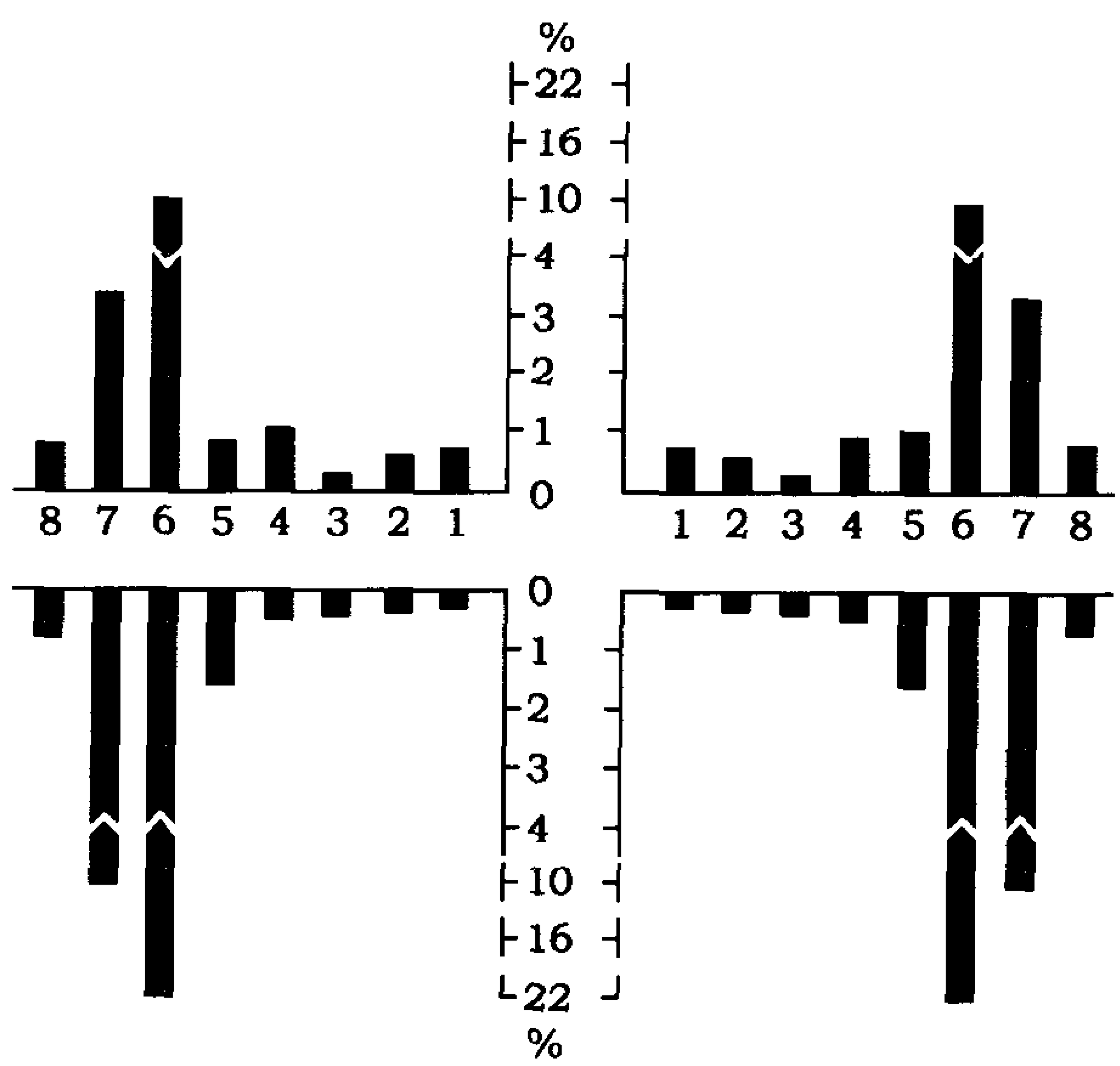


图 7-8 恒牙列龋病发生频率

从不同牙的患龋率情况来看，牙面滞留区多的牙，如点隙沟最多的下颌第一磨牙和形态酷似它的第二乳磨牙，其患龋率最高；而牙面滞留区最少的下前牙，龋病发生最少。此外，下颌前牙舌侧因有下颌下腺和舌下腺在口底的开口，唾液的清洗作用使其不易患龋病。

（二）好发牙面

同一个牙齿上龋病发病最多的部位是咬𬌗面，其次是邻面、颊（唇）面，最后是舌（腭）面。𬌗面是点隙裂沟滞留区最多的牙面，其患龋也最多，特别是青少年中。邻面触点区在接触紧密，龈乳突正常时，龋病不易发生。但随着年龄增长，触点磨损，牙龈乳突萎缩或牙周疾患导致邻面间隙暴露，形成的滞留区中食物碎屑和细菌均易于堆积隐

藏，难于自洁，也不易人工刷洗，龋病发生频率增加。唇颊面主要是光滑面，有相当的口腔自洁作用，也易于牙刷清洁，但后牙有颊沟，近牙龈的颈部也是滞留区，故仍有一定数量龋病发生。在舌腭面既有舌部的摩擦清洁，滞留区又少，因此，这些牙面很少发生龋。在某些特殊情况下，如牙齿错位，扭转、阻生、排列拥挤时，则可以在除邻面以外的其他牙面形成滞留区，菌斑长期存留，发生龋病。

（三）牙面的好发部位

第一和第二恒磨牙龋病最先发生的部位以中央点隙为最多，其次为殆面的远中沟、近中沟、颊沟和近中点隙。在点隙裂沟内，龋损最早发生于沟底部在沟的两侧壁，随着病变扩展，才在沟裂底部融合。在牙齿的邻接面上，龋损最早发生的部位在触点的龈方。该部位的菌斑极易长期存留，而不易被清除（图 7-9）。

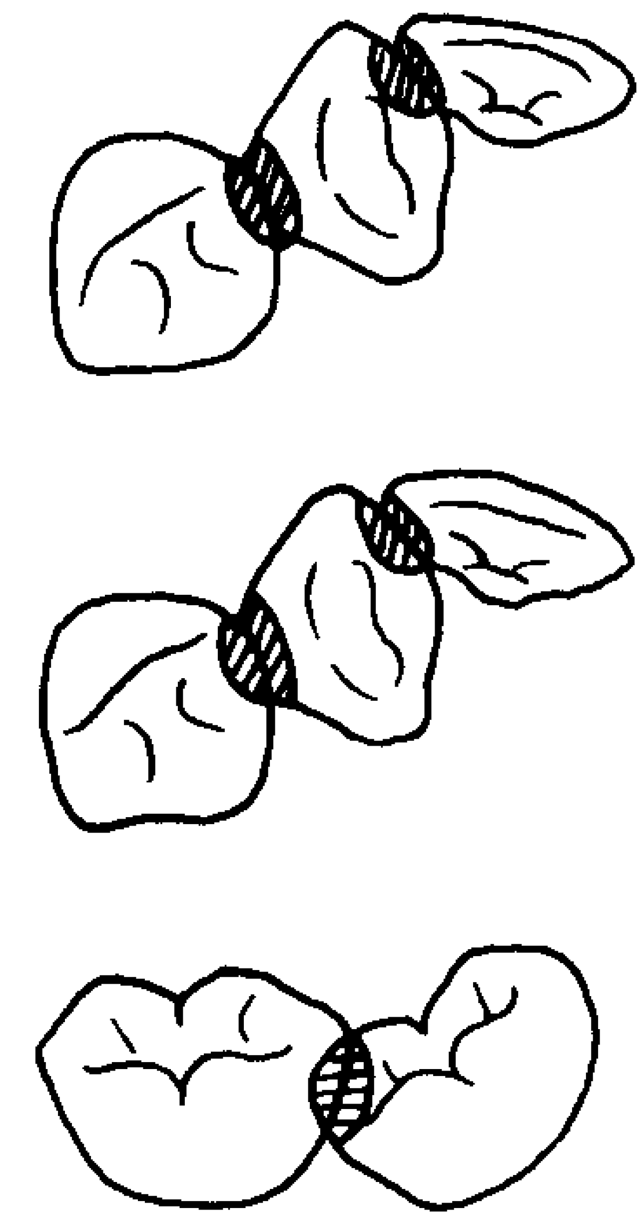


图 7-9　龋病好发部位

第三节　临床分类

根据龋病的临床损害模式，临床上，龋病可以根据破坏进展的速度，龋损发生在牙面的解剖学部位，以及龋损破坏的深度进行分类。

一、按龋损破坏的进展速度分类

（一）急性龋

急性龋（acute caries）　多见于儿童或青年人。病变进展速度较快，病变组织颜色较浅，呈浅棕色，质地较软且湿润，很容易用挖器剔除，又称湿性龋。患急性龋时，由于病变进展较快，修复性牙本质尚未形成，或形成较少，易波及牙髓组织，产生牙髓病变。

（二）猛性龋

猛性龋（rampant caries）　是急性龋的一种特殊类型，其病程进展很快，多数牙齿在短期内同时患龋，常见于颌面部及颈部接受放射治疗的患者，也称放射性龋。另外，Sjögren 综合征患者，一些有严重全身性疾病的患者中，由于唾液缺乏或未注意口腔卫生，亦可能发生猛性龋。

（三）慢性龋

慢性龋（chronic caries）　牙体组织破坏速度慢，龋坏组织染色深，呈黑褐色，病变组织较干硬，所以又称干性龋。

（四）静止龋

在龋病发展时期，由于病变环境发生变化，隐蔽部位变得开放，原有致病条件发生了变化，龋病不再继续进行，但损害仍保持原状，处于停止状态，称静止龋（arrested caries）。邻面龋损由于相邻牙被拔除，受损的表面容易清洁，牙面菌斑容易受到唾液缓冲作用和冲洗力的影响，龋病病变进程自行停止，咬殆面的龋损害，由于咀嚼作用，可能将龋病损害部分磨平，菌斑不易堆积，病变因而停止，成为静止龋。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

二、按龋损发生在牙面上的解剖部位分类

根据牙面解剖形态，龋病可以分为两类，一是窝沟龋，二是光滑面龋，包括邻面和近颈缘或近龈缘的牙面。

（一）窝沟龋

殆面窝沟是牙釉质的深盲道，不同个体牙面上窝沟的形态差异较大。形态学上窝沟可以分为很多类型：V 型，窝沟的顶部较宽，底部逐渐狭窄；U 型，从顶到底部窝沟的宽度相近；I 型，窝沟呈一非常狭窄的裂缝；IK 型，窝沟呈狭窄裂缝带底部宽的间隙。

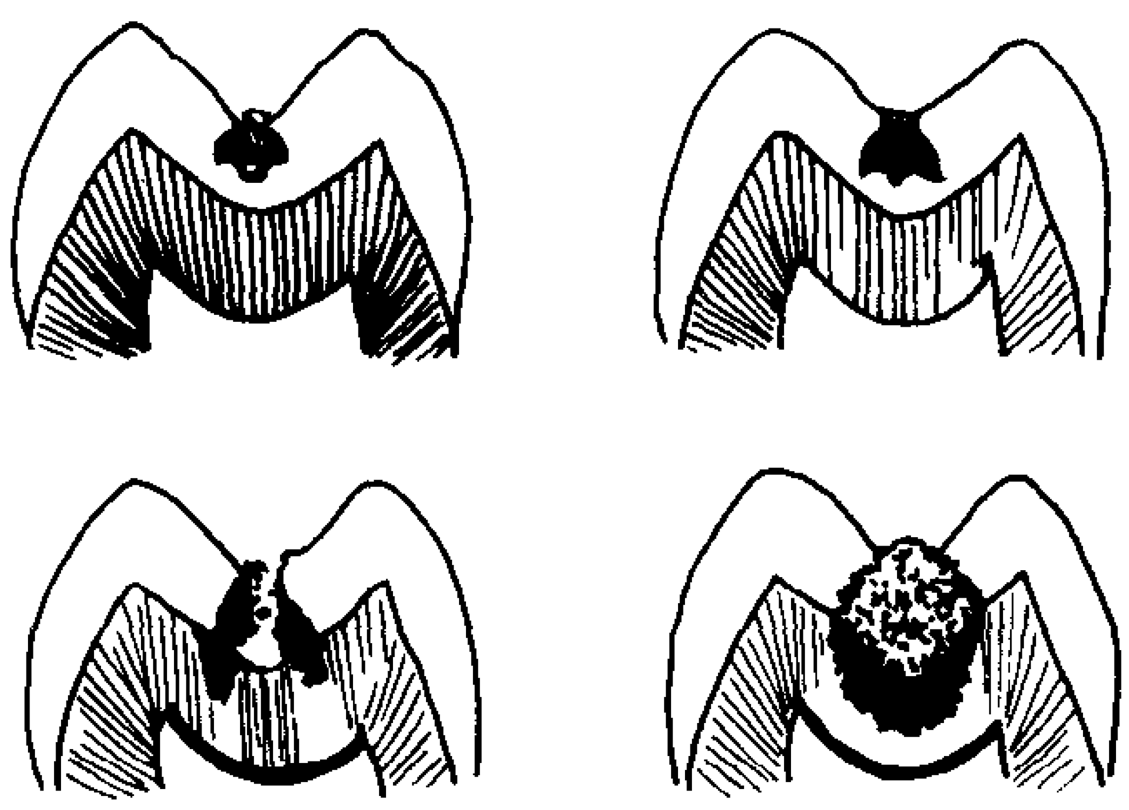


图 7-10 窝沟龋的发展过程

窝沟的形态和窝沟口牙齿斜面的夹角大小与龋病发病和进展速度密切相关。窝沟宽浅者较深窄者不易发生龋损，窝沟口斜面夹角小者比夹角大者易于产生龋损。在窝沟发生龋病时损害从窝沟基底部位窝沟侧壁产生损害，最后扩散到基底，龋损沿着釉柱方向发展而加深，达到牙本质，然后沿釉牙本质界扩散（图 7-10）。

窝沟龋损可呈锥形破坏，锥形的底部朝牙本质，尖向釉质表面，狭而深的窝沟处损害更为严重，但在龋病早期釉质表面无明显破坏，这类龋损又称潜行性龋。

（二）平滑面龋

平滑面龋是指发生在窝沟以外牙面的龋损，可分为两个亚类：邻面龋和颈部龋。邻面龋是发生于近远中触点处的损害，颈部龋则发生于牙齿颊或舌面，靠近釉牙骨质界处。釉质平滑面龋病损害呈三角形，其底朝釉质表面，尖向牙本质。当损害达到釉牙本质界时，损害沿釉牙本质界向侧方扩散，在正常的釉质下方逐渐发生潜行性破坏。

（三）牙根面龋

由于牙颈部的暴露，龋病会在牙根面发生，它可从牙骨质或直接从牙本质表面发病。这种类型的龋病损害主要发生于牙龈退缩、根面外露的老年人牙列。由于牙骨质和牙本质的有机成分多于釉质，龋损的破坏速度快。现代人群中的根面龋，最常发生于牙根的颊面和舌面。

（四）线形釉质龋

这是一种非典型性龋病损害，常见于拉丁美洲和亚洲的儿童乳牙列。这种损害主要发生于上颌前牙唇面的新生线处（neo-natal line）或更确切地说是新生带（neo-natal zone）。新生带代表出生前和出生后形成的釉质的界限，是所有乳牙具有的组织学特征。乳上颌前牙釉质表面的新生带部位产生的龋病损害呈星月形，其后续牙对龋病的易感性也较强。

三、按龋损破坏的深度分类

根据病变深度龋病可以分为浅龋、中龋和深龋。这种分类方法在临床上最为常用。

（一）浅龋

指牙冠部牙釉质龋和牙根部牙骨质龋。龋损涉及牙釉质或牙骨质浅层，病人一般无症状，牙釉质出现黄褐色、黑棕色改变，没有形态和质地的改变。

（二）中龋

龋病从牙釉质发展到了牙本质浅层，就可以称为中龋。牙本质的成分中矿物质含量明显少于牙釉质，结构上也因牙本质小管的存在，易于被细菌侵入，因此龋病横向沿牙釉本质界迅速扩展，纵向顺牙本质小管深入，脱矿的牙本质变软变色，使龋坏部位上方形成无基釉，随着龋损不断扩展，无基釉不胜咀嚼负荷而折裂、崩塌，暴露出下方已龋坏的牙本质，形成龋洞。患中龋时，牙本质受到病损破坏，细菌及其代谢产物和口腔内各种刺激，均作用于牙本质-牙髓复合体（dentinopulpal complex），令暴露的牙本质部位产生死区和钙化区，相关的牙髓部位，形成修复性牙本质，可起到一定减缓刺激及保护牙髓的作用。

（三）深龋

深龋系指牙本质深层龋。龋病在牙本质深层易于扩散而成较深的开放龋洞。深龋牙本质暴露较多，深洞底仅余薄层牙本质，病变区已接近牙髓，外界刺激通过牙本质-牙髓复合体的传导和反应，可能出现牙髓组织的病变。

牙本质-牙髓复合体反应与龋病类型有关。急性深龋的修复性反应较少，脱矿性破坏区较宽，再矿化牙本质修复区很窄，微生物一般存在于外层的腐败区，牙髓组织有明显的反应，修复性牙本质缺乏。反之，慢性深龋的修复性反应强，脱矿破坏区较窄，再矿化牙本质修复区较宽，但微生物有可能存在脱矿区或再矿化区内，牙髓组织轻度病变，有修复性牙本质形成。

四、按龋损发生与牙体修复治疗的关系分类

（一）原发龋

未经治疗的龋损称为原发龋（primary caries）。

（二）继发龋

龋病经充填治疗后，在充填区再度发生的龋损称为继发龋（secondary caries）。常发生于充填物边缘或窝洞周围牙体组织上，也可因备洞时龋坏组织未除净，以后发展而成。继发龋又分为洞缘继发龋和洞壁继发龋，常需重新充填。

（三）余留龋

余留龋（residual caries）是手术者在治疗深龋时，为防止穿通牙髓，于洞底有意保留下来的少量软龋，经过药物特殊处理，龋坏不再发展，这和继发龋有所不同。

五、其他分类

临床上按照龋损破坏的牙面数可以分为单面龋（simple caries），复面龋（compound caries），多面龋系指一颗牙上有两个以上的牙面发生龋损，但不联结在一起；复杂龋（complex caries）指龋损累及3个及3个以上牙面。复面龋或复杂龋的各面损害可以相互连接，也可相互不连接。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

第四节　龋病的诊断

龋病是一种慢性进行性、破坏性疾病。从细菌开始在牙面定植，形成牙菌斑到引起临床上肉眼可见的龋损发生，一般需要6~12个月左右的时间。对龋病的早期诊断、早期治疗、早期预防有着十分重要的意义，它能有效地阻止龋病的进一步发展。一般情况下，用常规检查器械，即可做出正确诊断，对某些疑难病例，可以采用X线照片或其他的特殊检查方法。

一、常规诊断方法

（一）视诊

在患者主诉区的有关牙齿上，对龋病好发部位进行观察，注意点隙裂沟区有无变色发黑，周围有无呈白垩色或灰褐色的釉质，有无龋洞形成；邻面边缘嵴区有无釉质下的墨渍变色，有无可见的龋洞。对牙冠颈缘区的观察应拉开颊部，充分暴露后牙颊面，以免漏诊。视诊应对龋损是否存在，存在的牙面部位，涉及的范围程度，得出初步印象。

（二）探诊

即运用尖锐探针对龋损部位及可疑部位进行检查。检查时应注意：针尖部能否插入点隙裂沟及横向加力能否钩挂在点隙中。如龋洞已经形成，则应探查洞的深度及范围，软龋质的硬度和量的多少。怀疑邻面龋洞存在又无法通过视诊发现时，主要利用探针检查邻面是否有明显的洞边缘存在，有无钩挂探针的现象。探诊尚可用作机械刺激，探查龋洞壁及釉牙本质界和洞底，观察患者有无酸痛反应。深龋时，应用探针仔细检查龋洞底、髓角部位，有无明显探痛点及有无穿通髓腔，以判断牙髓状态及龋洞底与牙髓的关系。在进行深龋探察时，为了弄清病变范围，有时还必须作诊断性备洞。

（三）叩诊

无论是浅、中、深龋，叩诊都应呈阴性反应。就龋病本身而言，并不引起牙周组织和根尖周围组织的病变，故叩诊反应为阴性。若龋病牙出现叩痛，应考虑并发症出现。

二、特殊诊断方法

（一）X线检查

隐蔽的龋损，在不能直接视诊，探诊也有困难时，可拍片辅助诊断，如邻面龋、潜行龋和充填物底壁及周缘的继发龋。龋损区因脱矿而在牙齿硬组织显示出透射度增大的阴影，从而确定诊断。一系列的研究表明：半数以上的邻面龋，临床难以表现，必须通过拍片检查。临床上常用根尖片和咬翼片。邻面龋应与牙颈部正常的三角形低密度区鉴别：龋损表现为形态不一、大小不定的低密度透射区；而因牙釉质向颈部移行逐渐变薄形成的三角形密度减低区形态较规则，相邻牙颈部的近、远中面对称出现。继发龋应与窝洞底低密度的垫底材料相区别：后者边缘锐利，与正常组织分界明显。此外，摄片还可以判断深龋洞底与牙髓腔的关系：可根据二者是否接近、髓角是否由尖锐变得低平模糊、根尖周骨硬板是否消失及有无透射区，间接了解牙髓炎症程度，与深龋鉴别。应当注意：X线片是立体物体的平面投影，存在影像重叠，变形失真。当早期龋损局限于釉

质或范围很小时，照片难于表现，对龋髓关系的判断，必须结合临床检查。

（二）温度诊法

龋病的温度诊方法主要用冷诊检查。采用氯乙烷棉球或细冰棍置于被检牙面，反应敏锐且定位准确，效果较好；也可用酒精棉球或冷水刺激检查患牙。以刺激是否迅速引起尖锐疼痛，刺激去除后，疼痛是立即消失抑或是持续存在一段时间来判断病情。热诊则可用烤热的牙胶条进行。温度诊应用恰当，对龋病的诊断，尤其是深龋很有帮助。采用冰水或冷水刺激时，应注意水的流动性影响龋损的定位，并与牙颈部其他原因所致牙本质暴露过敏相鉴别。

（三）牙线检查

邻面触点区的龋坏或较小龋洞，不易直接视诊，探针判定有时也有困难，可用牙线从牙齿相邻面间隙穿入，在横过邻面可疑区时，仔细作水平向拉锯式运动，以体会有无粗糙感，有无龋洞边缘挂线感；牙线从牙颈部间隙拉出后，观察有无发毛，断裂痕等予以判断。注意应与牙石作鉴别。

（四）诊断性备洞

隐蔽性的龋损，如邻面龋，潜行龋或充填物底壁及周缘的继发龋，有时需要先去除洞口的无基釉，才能观察到洞内情况和进一步检查病损深度及范围。对洞口虽已开放，但洞壁和洞底有多量龋坏的软化牙本质者，为有利于作出正确判断，亦应尽可能先用挖匙除去龋坏组织。并可用 0.5%碱性复红染色软化牙本质，以便将受染牙本质去净，然后再仔细探查病变状况及与牙髓腔关系和牙髓状态。

三、诊断新技术

龋病是牙齿硬组织的慢性进行性细菌性疾病，可发生于牙齿的任何部位，主要特征是牙齿硬组织出现色、形、质的改变，这种典型的病理改变对龋病的临床诊断有重要参考价值。目前临床上主要靠临床检查和 X 线片检查来诊断龋病，但对隐匿区域发生的龋坏和早期龋的临床诊断比较困难，随着科学技术的高速发展，一些新的技术和方法被用于龋病的诊断，进而大大提高了龋病诊断的准确性和灵敏性。本文介绍近年来最新的龋病诊断技术。

（一）光导纤维透照技术

光导纤维透照技术（fibreoptic transillumination，FOTI）是利用光导纤维透照系统对可疑的龋坏组织进行诊断，其原理是基于龋坏组织对光的透照指数低于正常组织，因而显示为较周围正常组织色暗的影像。

FOTI 技术的具体使用方法是在检查前让患者漱口以清除牙面的食物残渣，如有大块牙石也应清除，然后将光导纤维探针放在所要检查的牙邻面触点以下，颊、舌侧均可，通过殆面利用口镜的反光作用来观察牙面的透射情况。起初，FOTI 技术诊断灵敏性不高的原因是通过光导纤维所发散出来的光束过于分散，所显示牙面的每个细节不那么清楚，而导致漏诊。新近使用的光导纤维系统是采用装有石英光圈灯的光源和一个变阻器，前者可发散出一定强度的光，后者则可使光的强度达到最大。另外，还需要一个口镜、一个光导纤维探针，探针的直径在 0.5mm 左右，以便能放入内宽外窄的牙间隙中并产生一道窄的透照光。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

FOTI技术诊断邻面牙本质龋具有重复性好，使用方便，无特殊技术要求，患者无不适感，对医患均无放射线污染，无重影、无伪影等优点，使之日益成为诊断邻面龋的好方法之一。FOTI 技术作为一项新的诊断邻面龋的技术，较 X 线片更为优越，随着研究的进一步深入，通过对光导纤维系统的改进，如光束强度、发散系数以及探针的大小，一定会日臻完善。

（二）电阻抗技术

点隙沟裂是龋病最好发的部位之一，一般来说，临床上依其色、形、质的改变，凭借肉眼和探针是可以诊断的，但对于原发于𬌗面点隙沟裂的潜行性龋，仅靠肉眼和探针易漏诊，电阻抗龋病诊断技术（electronic caries detection）解决了该问题。该项技术在𬌗面点隙沟裂龋的诊断上有独到之处，它简单、灵敏、稳定。

电阻抗技术是利用电位差测定牙的电阻来诊断龋病的一种方法。该技术通过特制的探针测量牙齿的电阻，探针头可发出较小的电流，通过牙釉质、牙本质，髓腔后由手柄返回该仪器。多次研究表明，牙釉质的电阻最高，随着龋病的发展，电阻逐渐下降。操作者将探针尖放在所检查牙齿的某几个部位上，仪器上便可显示出数据来说明该部位是正常的或是脱矿以及脱矿程度，同时做出永久性的数据记录。

（三）超声波技术

超声波技术（ultrasound）是用超声波照射到牙面上，通过测量回音的强弱来判断是否有龋病及其损害程度的一种方法，目前常用的超声波是中心频率为 18MH_2 的超声波。

假设完整牙釉质的含矿率为 100%且有一恒定的超声回音，脱矿的牙釉质或釉牙本质界处的回音率则大不相同，它们回音率的大小与龋坏组织中含矿物质量的多少有着明显的关系，而且只要所含矿物质量有很小的变化，超声回音将有很大的改变，进一步的研究还在进行中，但仅从上述这点来看，超声波对龋病的诊断，特别是早期龋病的发现上将有很大的推进作用。

（四）弹性模具分离技术

弹性模具分离技术（elastomeric separating modulus）是从暂时牙分离技术发展起来的一种龋病诊断技术。它的主要原理是利用物体的楔力将紧密接触的相邻牙暂时分开，以达到诊断牙邻面龋并加以治疗的一种方法。

弹性分离模具主要由一圆形的富有弹性的橡皮圈和一带有鸟嘴的钳子组成。使用时将橡皮圈安装在钳子上，轻而缓慢地打开钳子，这时圆形的橡皮圈变成长椭圆形，将其下半部分缓缓放进牙与牙的接触区内，然后取出钳子，让橡皮圈留在牙间隙内；一周以后，两颗原来紧密接触的牙间将出现一 0.5~1.0mm 大小的间隙，观察者即可从口内直接观察牙接触区域内的病变情况。观察或治疗完毕，取出模具，牙之间的间隙将在 48 小时内关闭。

弹性模具分离技术可用来诊断临床检查和 X 线片不能确诊的根部邻面龋；使预防性制剂直接作用于邻面；便于观察龋坏的发展和邻面龋的充填。该技术的优点是：能明确判断邻面有无龋坏；提供一个从颊舌向进入邻面龋坏组织的新途径；无放射线污染；患者可耐受，迅速，有效，耗费低；广泛用于成人，儿童的前、后牙邻面。对于邻面中龋洞形的制备，采用该方法后可不破坏边缘嵴，可避免充填物悬突的产生。但该技术存

在增加患者就诊次数；可出现咬合不适；如果弹性模具脱落，将导致诊断和治疗的失败；可能会给牙龈组织带来不必要的损伤等问题。

弹性模具分离技术给邻面龋的诊断和治疗带来了方便，它不但避免了X线片在诊断邻面龋时的重叠、伪影现象，减少了污染，而且使邻面龋的诊断更为直接、准确。

（五）染色技术

染色技术（dyes）为使用染料对可疑龋坏组织染色，通过观察正常组织与病变组织不同的着色诊断龋病。通常用1%的碱性品红染色，有病变的组织着色从而可助鉴别。

临床上将龋坏组织分为不可再矿化层和可再矿化层，这两层的化学组成不同，可通过它们对染料的染色特性来诊断龋病的有无及程度。

（六）定量激光荧光法

对牙釉质脱矿的定量分析，成为一种探察早期龋的非创伤性的敏感方法。定量激光荧光法（quantitative laser fluorescence，QLF）的原理是运用蓝绿范围的可见激光作为光源，激发牙齿产生激光，根据脱矿牙釉质与周围健康牙釉质荧光强度的差异来定量诊断早期龋。由氩离子激光器发出的蓝绿光激发荧光，用高透过的滤过镜观察釉质在黄色区域发出的荧光，可滤过牙齿的散射蓝光，脱矿的区域呈黑色。临床研究表明QLF能提高平滑面龋、沟裂龋早期诊断的准确性及敏感性，还能在一定时期内对龋损的氟化物治疗进行追踪观察了解病变的再矿化情况。QLF对龋病的早期诊断、早期预防及早期治疗都有积极的意义。随着研究的不断深入，人们在寻求便捷的光源、适合的荧光染色剂、准确可靠的数据分析方法。相关的新技术有：染色增强激光荧光（dye-enhance laser fluorescence，DELF）、定量光导荧光（quantitative light-induced fluorescence）、光散射（light scattering）、共聚激光扫描显微镜（confocal laser scanning microscopy）等。

（七）其他新技术

增加视野的方法，如白光内窥镜技术、光性龋病监测器、紫外光诱导的荧光技术、龋坏组织碳化等放大技术、不可见光影像技术、数字根尖摄影技术、数字咬翼摄影技术、放射屏幕影像技术（radiovisiography，RVG）等。

龋病的诊断方法很多，传统的口镜探针检查法，X线片检查法及各种新技术均有一定的价值，但每种方法都有其优缺点，没有任何一种方法可以对所有牙位，牙面的龋坏作出明确诊断。FOTI技术主要用于邻面龋的诊断，电阻抗技术多用于殆面沟裂龋的诊断，超声波技术主要用于早期龋的诊断，而弹性模具分离技术则主要用于邻接面隐匿龋的诊断等。因此尚需研究和开发新的龋齿诊断技术和诊断设备，使之趋于更加准确和完善。

四、鉴别诊断

点隙裂沟浅龋因其部位独特，较易判断。而光滑面浅龋，在早期牙体缺损不明显阶段，只有光泽和色斑状改变，与非龋性牙齿硬组织疾病有相似之处。

（一）牙釉质钙化不全（enamel hypocalcification）

牙齿在发育期，釉质基质的钙化阶段受到某些因素干扰，而出现的疾病。表现为牙釉质局部呈现不规则的不透明、白垩色斑块，无牙质缺损。

（二）牙釉质发育不全（enamel hypoplasia）

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

牙齿在发育过程中，釉质基质的形成阶段受到某些因素的影响，而出现的疾病。表现为牙釉质表面有点状或带条状凹陷牙质缺损区，有白垩色、黄色或褐色的改变。

（三）氟斑牙

在牙齿发育期，体内摄取了过多的氟而致慢性氟中毒在牙齿的表现。依据摄氟的浓度、时间，所影响到釉质发育的阶段和程度，以及个体差异，而显现不同程度的牙釉质钙化不良，甚至合并牙釉质发育不全。釉质表现白垩色横线或斑状，多数显现黄褐色变，重症合并有牙质凹陷缺损。

以上三种牙齿硬组织疾病与龋病的主要鉴别诊断要点：

1. 光泽度与光滑度　发育性釉质病虽有颜色改变，但一般仍有釉质光泽，且表面光滑坚硬。龋病系牙萌出后的脱矿病变，故颜色出现白垩色，黄褐色，同时也失去釉质光泽，探查有粗糙感。

2. 病损的易发部位　发育性疾病遵循牙齿发育钙化的规律，从牙尖开始向颈部推进，随障碍出现时间，病变表现在不同的平面区带。龋病则在牙面上有其典型的好发部位，如点隙裂沟内，邻面区，唇（颊）舌（腭）面牙颈部，一般不发生在牙尖、牙嵴、光滑面的自洁区。

3. 病变牙对称性的差别　发育性疾病绝大多数是全身性因素的影响，在同一时期发育的牙胚，毫无例外均受连累，故表现出左右同名牙病变程度和部位的严格对称性。龋病虽也有对称性发生趋势，但只是基于左右同名牙解剖形态相同，好发部位近似，就个体而言，其病变程度和部位，并不同时出现严格的对称性。

4. 病变进展性的差别　发育性疾病是既成的发育障碍结果，牙萌出于口腔后，病变呈现静止状，不再继续进展，也不会消失。龋病则可持续发展，色泽由浅变深，质地由硬变软，牙质由完整到缺失，病损由小变大，由浅变深。若菌斑被除净，早期白斑状龋损也有可能因再矿化作用而消除。

中龋一般较易作出诊断，患者有对甜、酸类及过冷过热刺激出现酸痛感，刺激去除后痛感立即消失的症状；检查时患牙有中等深度的龋洞，探针检查洞壁有探痛，冷诊有敏感反应；必要时可照 X 线片予以确诊。中龋的症状源于龋洞内牙本质的暴露，与非龋性的牙本质暴露所表现的过敏症状是类似的。

牙本质过敏症是指由非龋性原因，引起牙本质暴露于口腔环境所表现的症状和体征。多见于𬌗面和牙颈部，由于咀嚼或刷牙的磨耗，失去了牙釉质，暴露出光滑平整的牙本质。病变区的颜色、光泽和硬度，均相似于正常牙本质。用探针检查牙本质暴露区，患者有明显的酸痛感，这与中龋的缺损成洞，颜色变深，质地软化病变，易于区别。

第五节　龋病的治疗

龋病是一种进行性疾病，在一般情况下，不经过治疗不会停止其破坏过程，而治疗不当也易再次发病。龋病引起的牙齿硬组织破坏所致组织缺损，不可能自行修复，必须用人工材料修复替代。由于牙体组织与牙髓组织关系十分密切，治疗过程中，必须尽量少损伤正常牙体组织，以保护牙髓-牙本质复合体。

龋病的治疗方法较多，不同程度的龋损，可以有所选择。早期釉质龋可采用非手术治疗以终止发展，或使龋损消失。已有牙体组织缺损的龋病，应采用手术治疗，即充填术治疗，这是龋病治疗使用最多的方法。深龋近髓，应采取保护牙髓的措施，再进行牙体修复术。

一、非手术治疗

龋病的非手术治疗是指用药物或再矿化法进行的治疗，不采用牙钻或其他器械备洞。

（一）适应证

早期牙釉质龋，尚未形成龋洞者，损害表面不承受咀嚼压力，也不在邻面触点内。静止龋，致龋的环境已经消失，如殆面磨损，已将点隙磨掉；邻面龋由于邻接牙已被拔除，龋损面容易清洁，不再有牙菌斑堆积。

对于龋病已经造成实质性损害，且已破坏牙体形态的完整，但此种牙在口腔内保留的时间不长，如将在一年内被恒牙替换的乳牙。在病人的同意下，或拔除患牙或做非手术治疗，暂留待其自然脱落。

（二）药物治疗

先用器械将损害面的牙菌斑去除，再用细砂石尖将病损牙面磨光，下用药物处理牙面。采用的药物有：

1. 75%氟化钠甘油、8%氟比亚锡液或单氟磷酸钠液等氟化物　氟化物中的氟离子能取代羟磷灰石中的羟基形成氟磷灰石，促进釉质脱矿区再矿化，增加牙齿硬组织的抗酸能力，阻止细菌生长、抑制细菌代谢产酸的作用，减少菌斑的形成。因此，可以终止病变，恢复矿化。氟化物对软组织无腐蚀刺激，不使牙齿变色，使用安全有效。

2. 硝酸银　10%的硝酸银液或氨硝酸银液均有很强的腐蚀、杀菌和收敛作用。使用时用丁香油或10%福尔马林液作还原剂，生成黑色还原银，若用2.5%碘酊则生成灰白色碘化银。两者都有凝固蛋白质、杀灭细菌、渗透沉积并堵塞釉质孔隙和牙本质小管的作用，可封闭病变区，终止龋病发展。硝酸银对软组织有腐蚀凝固作用，并使牙齿硬组织变黑，一般只用于乳牙或恒牙后牙，不得用于牙颈部病损。

釉质发育不良继发的大面积浅碟状龋可以适当磨除边缘脆弱釉质。光滑面浅龋也可视情况稍加磨除。

3. 再矿化治疗　对脱矿而硬度下降的早期釉质龋，用特配的再矿化液治疗使重新沉积钙盐，进行再矿化，恢复硬度，从而消除龋病。这是近年来治疗早期龋的新疗法，有一定的临床效果。

主要适用于位于牙齿光滑面（颊、舌、腭或邻面）的白垩斑釉质龋。以青少年效果更佳，对龋病活跃的患者，也可作预防用。

再矿化液有单组份和复合组份两类。近期更趋向用复合组份，主要为氟盐、钙盐和磷酸盐类，以下介绍两种。

单组份：

氟化钠　0.2g

蒸馏水　1000ml

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

复合组份：
氯化钠 8.9g
磷酸三氢钾 6.6g
氯化钾 11.1g
氟化钾 0.2g
蒸馏水 1000ml

用作含漱剂，每日含漱。用作局部涂擦：暴露釉质白斑区，清洗刮治干净、隔湿、干燥，用小棉球饱浸药液放置白斑处。药液对组织无损伤，患者也可自行使用。

二、手术治疗

龋病的手术治疗（operative dentistry）又称修复术（restoration），主要步骤是制备洞形，即将牙齿上的病变组织去除，按一定要求将洞制作成合理的形状，其性质与一般外科手术相似，故称牙体外科；再将修复材料填入洞内，恢复牙齿的功能与外形。

（一）龋洞的分类

Black 根据龋洞发生的部位和破坏，将龋洞进行分类，这种分类法在临床上广泛使用。

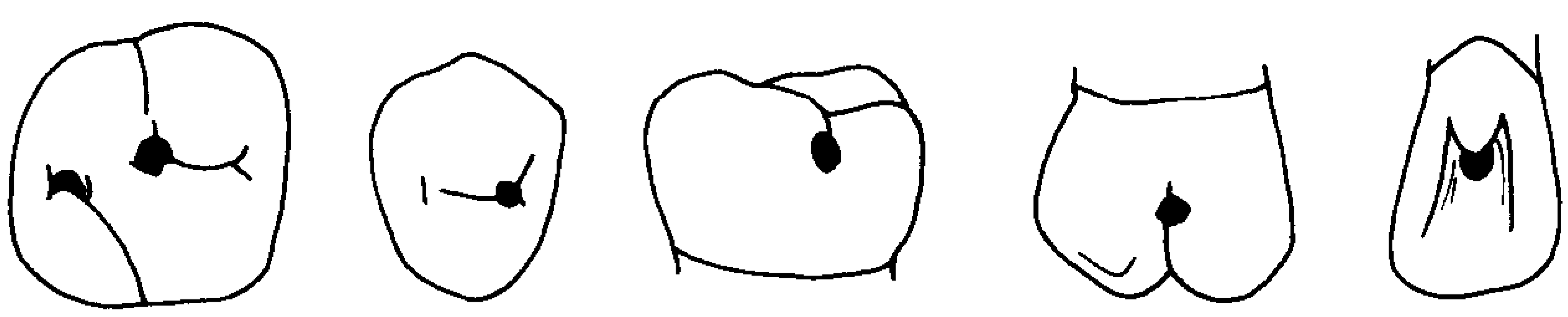
Ⅰ类洞　龋损害发生在牙齿的发育点隙裂沟内者属于Ⅰ类洞，它包括磨牙和前磨牙咬合面的点隙裂沟洞，下磨牙颊面和上磨牙腭面的沟、切牙舌面窝内的洞（图 7-11）。

Ⅱ类洞　发生在前磨牙和磨牙邻面上的龋洞称为Ⅱ类洞。如邻面龋损破坏到咬合面，也属于Ⅱ类洞（图 7-12）。

Ⅲ类洞　这是发生在前牙邻面上的龋洞。如果病变扩大到牙的舌面或唇面，也属于此类洞（图 7-13）。

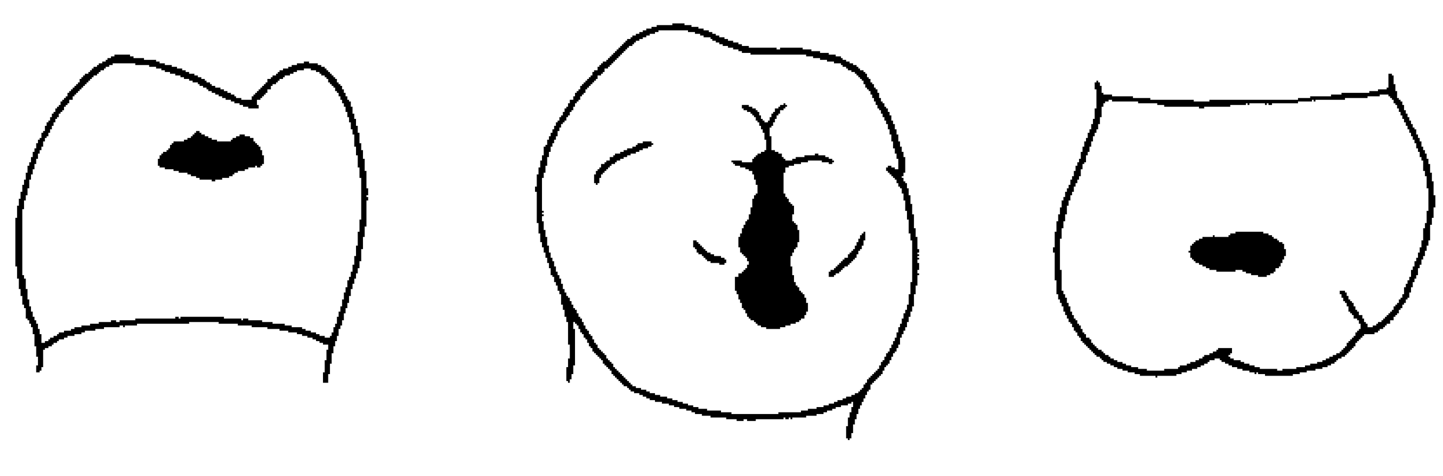
Ⅳ类洞　龋病病变发生在前牙邻面并破坏了切角者称为Ⅳ类洞（图 7-14）。

Ⅴ类洞　所有牙齿的唇、舌、颊面近牙颈部 1/3 区域发生的龋洞，但未累及该面的点隙裂沟者，统称Ⅴ类洞（图 7-15）。



a　b　c　d　e

图 7-11　点隙沟裂龋洞、Ⅰ类洞形



f　g　h

图 7-12　后牙邻面龋、Ⅱ类洞形

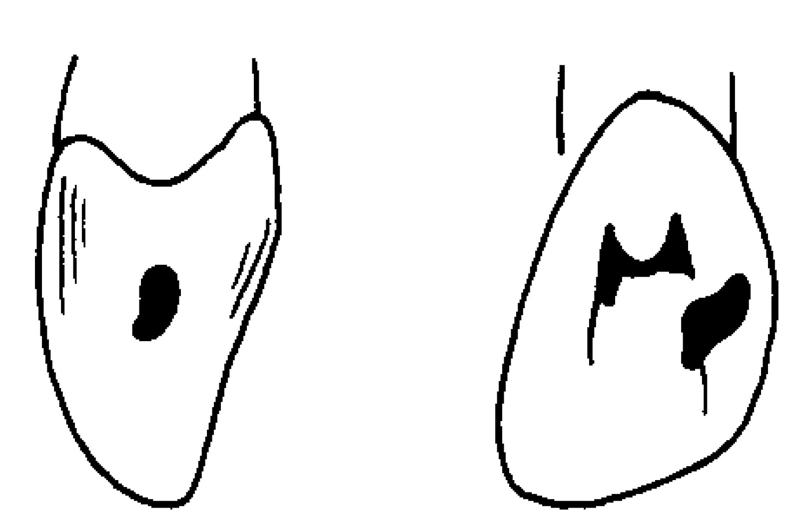


图 7-13　前牙邻面龋、Ⅲ类洞形

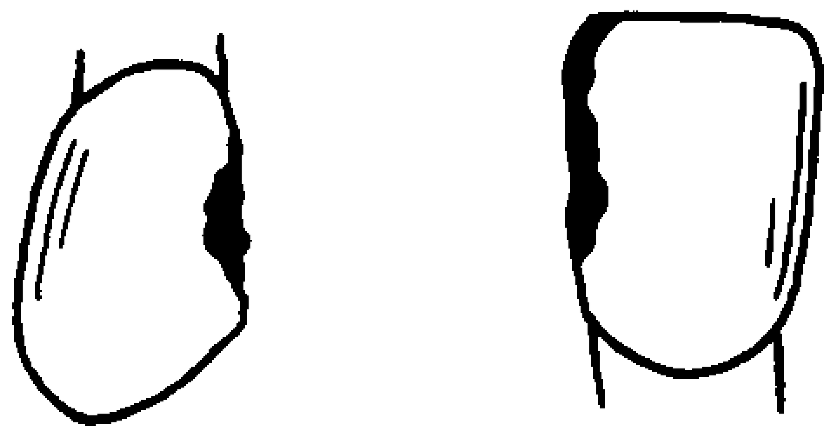


图 7-14　前牙邻面损伤切角龋、Ⅳ类洞形

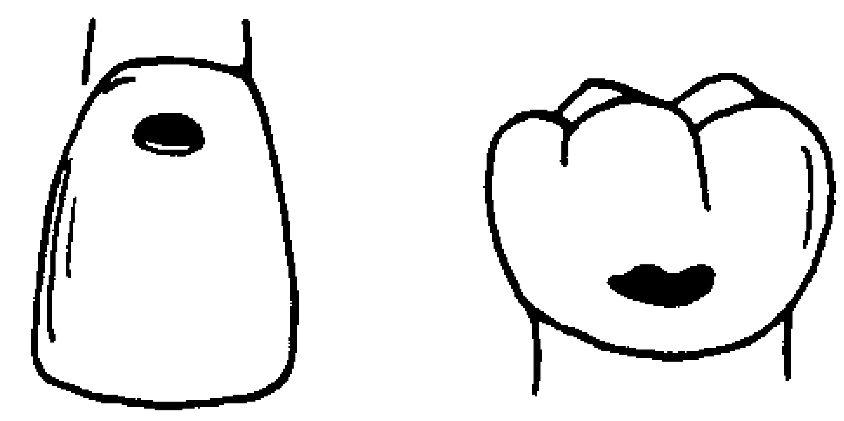


图 7-15　颊（唇）舌面近颈 1/3 部位龋、Ⅴ类洞形

由于龋损部位的多样化，Black 的分类法已不能满足临床的需要，后来有人将前牙切嵴上或后牙牙尖上发生的龋洞又列为一类，称为“Ⅵ类洞”。也有人将前磨牙和磨牙的近中面—殆面—远中面洞叫做“Ⅵ类洞”者。

此外，鉴于牙颈部发生的龋洞具有其特殊性，临床表现和治疗上与其他各类洞有所不同，因而有人建议将此类洞列为“Ⅵ类洞”。

（二）洞形的基本结构

为了使牙体修复达到恢复牙体外形和生理性功能，并使修复体承受咀嚼压力并不脱落，必须将病变的龋洞制备成一定形状（图 7-16）。

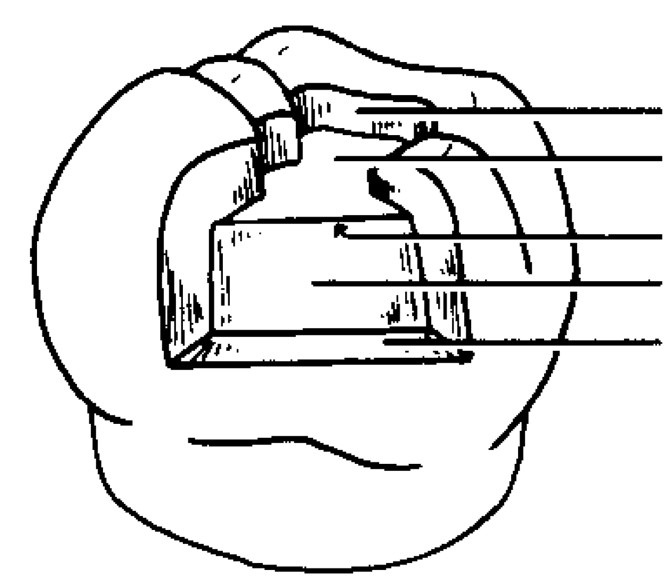


图 7-16　窝洞的结构和命名

1. 洞壁（walls）　经过制备具特定形状的洞形，由洞内壁所构成。内壁又分为侧壁和髓壁。侧壁与牙表面相垂直的洞壁，平而直。在冠部由釉质壁和牙本质壁所组成，在根部由牙骨质壁和牙本质壁所组成。髓壁为位于洞底，被覆于牙髓，与侧壁相垂直的洞壁。洞壁可以按其内壁相邻近的牙面命名，如一个殆面洞具有 4 个侧壁；颊壁、近中壁、舌壁、远中壁，位于洞底的髓壁，位于轴面洞底的为轴壁。此外，牙轴面洞近牙颈的侧壁称为颈壁。

2. 洞角（angles）　内壁与内壁相交处，形成洞角。两个内壁相交成为线角（line angles），三个内壁相交成为点角（point angles），线角与点角都位于牙本质。

3. 洞缘角（cavosurface margin）　洞侧壁与牙表面的交接线为洞缘角，也称洞面角。

4. 线角是依其相交接的 2 个内壁而定。点角依其相交接的 3 内壁而定。以邻殆面洞的轴面洞为例，有颊轴线角、舌轴线角、龈轴线角。还有颊龈轴点角和舌龈轴点角。在洞底轴髓壁和殆髓壁的交接处，称轴髓线角。

（三）抗力形

抗力形（resistance form）是使修复体和余留牙齿能够承受咬合力而不会破裂的特定形状。它表现为充填体承受咬合力后与余留牙齿硬组织之间内应力的展现。如果应力集中，并经反复作用而达到相当程度时，修复材料或者牙齿硬组织可能破裂而导致治疗失败。抗力形的设计，应使应力得以均匀地分布于修复体和牙齿硬组织上，减少应力的集中。抗力形的基本结构有：

1. 洞形深度　洞形达到一定深度时，修复体才能获得一定的厚度和强度，使修复体稳固在洞内。洞底必须建立在牙本质上，才能保证一定的深度，同时牙本质具有弹性可更好地传递应力。若将洞底建立在釉质上，则深度不够，受力后充填体可能脆裂。

洞的深度随修复材料强度的改进，已有减少，现阶段认为后牙洞深以达到釉牙本质界下 0.2~0.5mm 为宜。前牙受力小，牙体薄，可达到釉牙本质界的牙本质面。龋坏超过

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

上述深度，制洞后以垫底材料恢复时，至少应留出上述深度的洞形，以容纳足够厚度的充填材料。

2. 箱状结构 箱状洞形的特征是，洞底平壁直，侧壁与洞底相垂直，各侧壁之间相互平行（图 7–17）。箱状洞形不产生如龋损圆弧状洞底的应力集中，坦平的洞底与𬌗力方向垂直，内应力能均匀分布。其次，箱状洞形的充填体厚度基本一致，不会出现圆弧洞形逐渐减薄的边缘，而薄缘常因强度不足，受力后易折断。厚度均匀一致的充填体，可以更好地显现材料抗压性能。箱状洞形锋锐的点、线角，受力时会出现应力集中，因此洞底与侧壁的交角应明确而圆钝，使应力不集中，从而可减少破裂。

3. 梯形结构 双面洞的洞底应形成梯阶以均匀分担咬合力，梯形结构的组成包括龈壁、轴壁、髓壁，近、远中侧壁（图 7–18）。其中龈壁与髓壁平行，轴壁与近、远中侧壁平行，各壁交接呈直角，点、线角圆钝，特别是洞底轴壁与髓壁相交的轴髓线角，不应锋锐。梯形的设计，可以使𬌗力均匀地分布，主要由龈壁和髓壁承担。

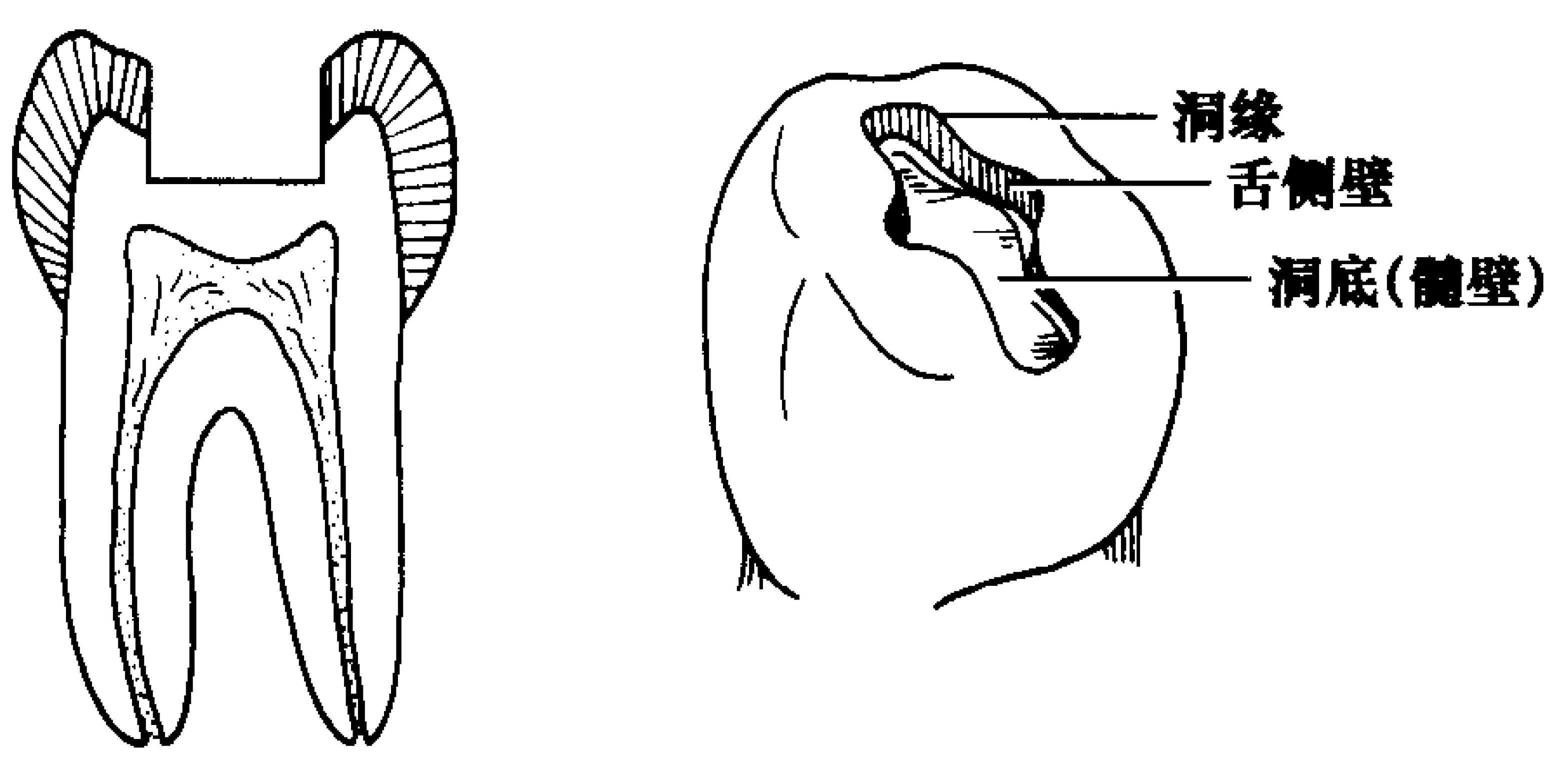


图 7–17 箱状结构

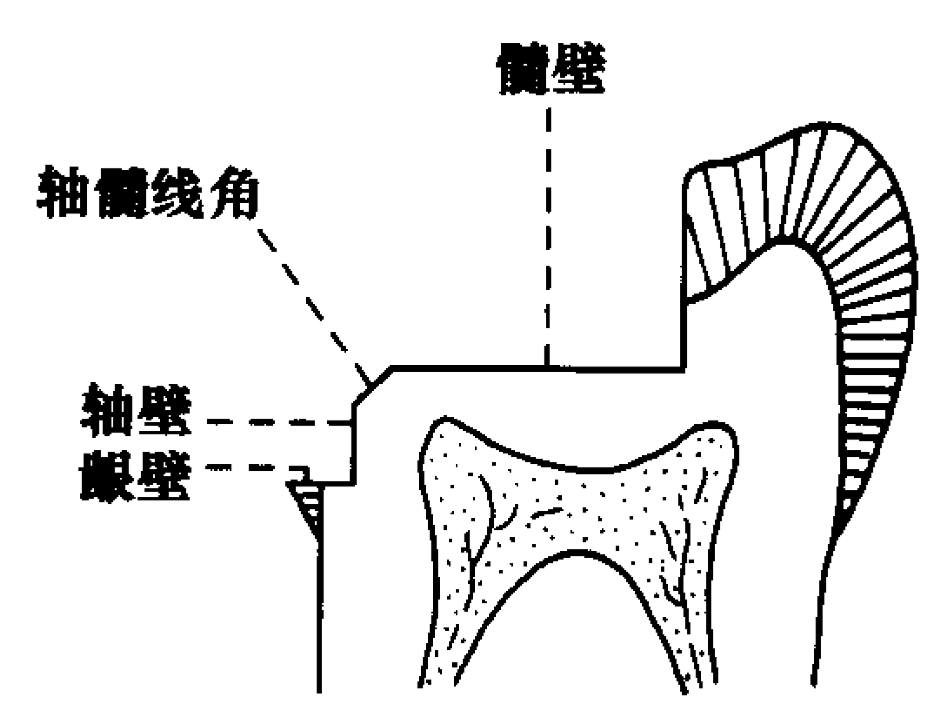


图 7–18 梯形结构

牙齿硬组织的抗力设计 ①去除无基釉：无基釉是缺乏牙本质支撑的釉质，侧壁的釉质壁，位于洞缘，如失去下方牙本质，承力后易出现崩裂，使充填体和牙齿的交接缘产生裂缝，导致充填失败。因此，龋洞缘已有的无基釉应去除净，在洞形制备过程中也应避免产生新的无基釉。为此，应运用牙体解剖组织学的知识，掌握牙面各部位釉柱排列的方向，制备釉质壁时，与其方向顺应。②去除脆弱牙齿硬组织：应尽量保留承力区的牙尖和牙嵴。组织被磨除越多，余留的牙体越少，承担咬合力的能力越低。但是，因龋坏过大，受到损伤而变得脆弱的牙尖和牙嵴，则应修整以降低高度，减轻𬌗力负担，防止破裂和折断。③洞缘外形线要求为圆钝曲线，也含有使应力沿弧形向牙体分散均匀传递的作用。转折处若成锐角，则使向牙体的应力在锐角处集中，长期作用，牙体易于破裂。

抗力形的设计应结合充填体是否承受𬌗力和承力的大小来考虑，如𬌗面洞、邻𬌗洞的抗力形制备应严格按要求进行，而颊、唇面的 V 类洞对抗力形要求不高。

（四）固位形

固位形（retention form）是使修复体能保留于洞内，承受𬌗力后不移位、不脱落的特定形状，在修复材料与牙体组织间，不具有粘结性时，修复体留持在洞内主要靠密合的摩擦力和洞口小于洞底的机械榫合力。

1. 侧壁固位（frictional walls） 相互平行并具一定深度的侧壁，借助于洞壁和修复体的密合摩擦，有着固位作用。从固位的角度考虑，洞底也与抗力形一样要求建立在牙

本质，其弹性有利于固着修复体。盒状洞形的结构，包含相互平行并具一定深度的侧壁，可以避免洞底呈弧形时修复体在受力后出现的滑动松脱。可见盒状洞形既满足了抗力形的要求，也为固位形所需要。

2. 倒凹固位（undercut） 倒凹是在侧髓线角区平洞底向侧壁作出的凹入小区，可使洞的底部有突出的部位，修复体获得洞底部略大于洞口部的形状而能固位。倒凹固位形可以防止修复体从与洞底呈垂直方向的脱出（图 7-19）。

倒凹可制备在牙尖的下方，牙尖为厚实坚固的部位，但其下方深层，正是牙髓髓角所在，故应留意洞的深度。洞底在釉牙本质界 0.5mm 以内者，可直接制备；洞底超过规定深度后，最好先垫铺基底再制备倒凹。

3. 鸠尾固位（dovetail） 鸠尾固位是用于复面洞的一种固位形，形似鸠的尾部，由鸠尾峡部和鸠尾所构成（图 7-20）。借助于峡部缩窄的锁扣作用，可以防止修复体与洞底呈水平方向的脱出。如后牙邻面龋累及殆面边缘嵴，可在殆面制备鸠尾固位形，成为邻殆面洞。

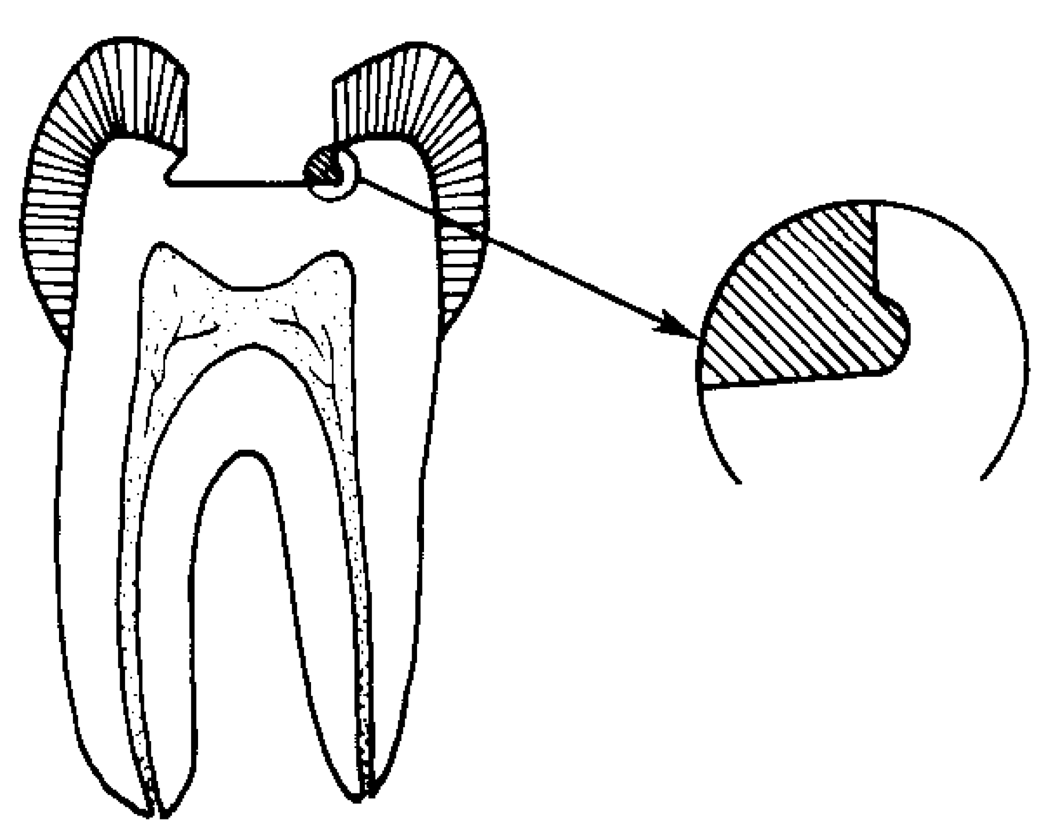


图 7-19 倒凹固位

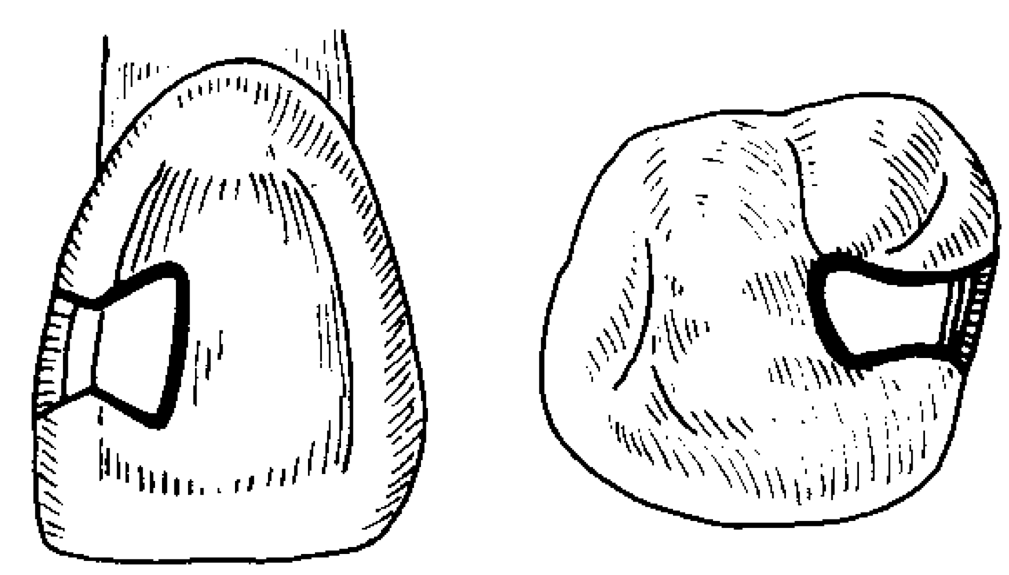


图 7-20 鸠尾固位形

鸠尾固位形的大小，与原发龋范围相适应，不宜过大或过小，深度应按规定要求，特别在峡部必须具有一定深度。鸠尾峡的宽度设计很重要，过宽固位不良，过窄充填体易在峡部折断，后牙一般为颊舌牙尖间距的 1/3 到 1/2，约有 2~3mm 宽。峡部的位置应在洞底轴髓线角的靠中线侧，而不应与其相重叠。鸠尾的宽度必须大于小峡部才能起到水平固位作用。

4. 梯形固位　为复面洞所采用的固位形。邻殆面洞的邻面洞设计为颈侧大于殆侧的梯形，可防止修复体与梯形底呈垂直方向的脱出（图 7-21）。梯形洞的大小依据龋损的范围再进行预防性扩展而确定。侧壁应扩大到接触区外的自洁区，并向中线倾斜，形成颈侧大于殆侧的外形。梯形洞的底为龈壁，宜平行于龈缘，龈壁与侧壁连接角处应圆钝。梯形洞的深度，居釉牙本质界下 0.2~0.5mm，同常规要求，龋损过深应于轴壁垫底。梯形洞的两侧壁在殆面边缘嵴中间部分与洞形的殆面部相连接。梯形固位还可用于邻颊（唇）面洞、邻舌（腭）面洞和磨牙的颊殆面洞和舌殆面洞的轴面部分。

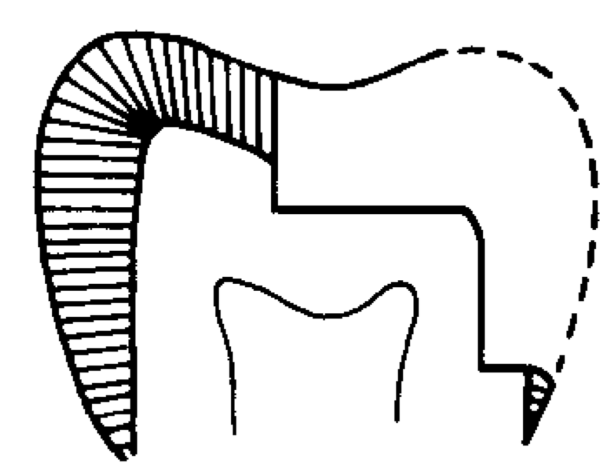


图 7-21 后牙邻殆洞的梯形固位

固位形的设计与洞形涉及的牙面数有关。单面洞的修复体，只可能从一个方向脱出，即与洞底呈垂直方向的脱出。复面洞的修复体则可能从洞底呈垂直向或水平向的两

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

个方向脱出。包括邻面的三面洞修复体可能只从一个垂直方向脱出，如近中𬌗远中面洞修复体；也可能从垂直向或水平向两个方位脱出，如越过邻颊轴角的邻𬌗颊面洞修复体。在设计固位形时，应针对具体情况有所选择。

（五）洞的外形设计

洞的外形设计根据病变的范围来决定。基本原则是尽可能的去除龋坏组织，保留健康的牙体组织，外形可以根据龋损的大小、累及的牙面设计，有时因预防和临床操作需要，洞的外形需扩展到健康的牙齿表面。洞的外形制备时应尽量保留牙面上牙尖、牙嵴，包括边缘嵴、横嵴、斜嵴、三角嵴等牙齿的自洁部位。

洞的外形线呈圆钝的曲线，圆钝的转角要尽量减少应力的集中（图 7–22）。

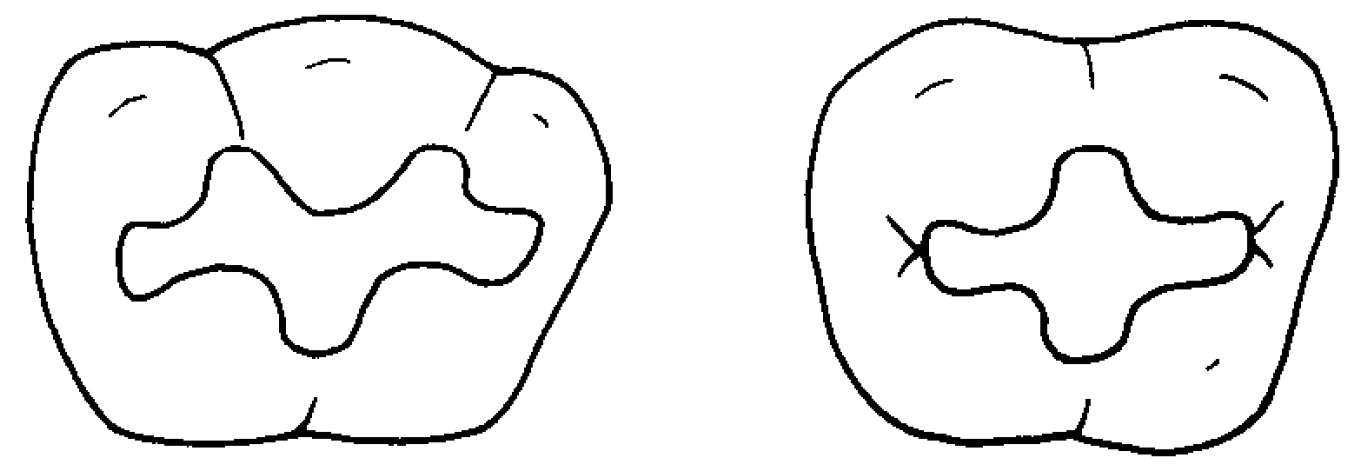


图 7–22 洞的外形曲线

（六）洞形制备的基本原则

在龋病治疗过程中，洞的制备（简称备洞）是非常重要的，直接关系到治疗的成败。洞形制备的基本原则：

1. 局部与全身的关系　充分认识备洞是在生活的器官——牙齿上进行手术，与全身有密切的联系，即使无髓或死髓牙也是如此。如同外科性手术治疗，必须遵循一般的手术原则。当切割或磨除牙齿硬组织时，切割或磨除过程产生的机械、压力和热刺激，均可对牙体、牙髓甚至身体造成不良影响。这些影响，有的使牙齿或机体产生立即的反应，有的则产生延缓的反应。因此，主张在备洞时采用间断操作，必要时应用麻醉术辅助进行。

2. 尽量去除病变组织　备洞时将所有病变组织去除干净，对治疗效果非常重要。如果遗留一点病变组织，将会继续发生龋病病变，而且这种继续发展的病变位于修复物下面，不易被查觉，危害更大。当然，这里所说的病变组织指的是坏死崩溃的和感染的牙体组织，不包括脱矿而无感染的牙本质，后者是可以保留的。

3. 保护牙髓和牙周组织　备洞时术者应充分了解牙体、牙周组织的结构、性质、形态；组织的厚度、硬度、髓腔的形态、髓角的位置和高低；不同年龄时期产生的牙体生理性变化，如磨损、牙髓、继发性牙本质形成、修复性牙本质的形成、髓腔形态的变化、牙髓组织的增龄性变化等特点。注意保护牙髓和牙周组织，不能对它们造成意外的损伤。

4. 尽量保留健康牙体组织　在切割磨钻病变组织时，必须尽可能保留更多的健康组织，这对维持牙齿原有的坚硬度，恢复牙齿的功能有很重要的关系。牙齿硬组织一经破坏不易恢复原来的性能。

制洞时，还应该注意患者的全身健康和精神神经状态，对患某些慢性病，如结核病、心血管疾病、神经衰弱等患者或女性患者、儿童及老年患者，手术时间不宜过长，

动作更要敏捷轻柔。由于备洞是一种手术，所以现代口腔医学非常重视治疗环境的优化和手术器械的改进。

（七）洞形制备的步骤

1. 打开洞口查清病变　这一点非常重要，只有查清病变情况才能拟定良好的治疗方案。龋洞洞口开放者，比较容易查清；龋洞洞口小或位于较隐蔽的牙面，则必须将洞口扩开，否则无法查清病变范围、洞的深浅等情况。例如位于殆面的点隙裂沟龋就属于这种情况。

临床上经常见到的邻面龋洞，如靠近龋洞的邻面边缘嵴和洞的颊、舌侧均完整，就必须将殆面邻近龋洞的边缘嵴钻掉一部分，才能使洞敞开，以便进一步查清病变范围和深度，以及有无髓腔穿通情况。实践证明，从殆面去除一部分边缘嵴然后进入洞内比从颊面或舌面进入的效果好，这样可以保留更多的健康牙体组织。

后牙邻面牙颈部的洞，则可以从颊面（下后牙）或腭侧（上后牙）进入洞内，不要从咬殆面进入。

前牙邻面洞从何方进入，可以根据洞靠近何方来定，靠近颊面者从颊方进入，靠近舌面者从舌方进入（图 7–23）。

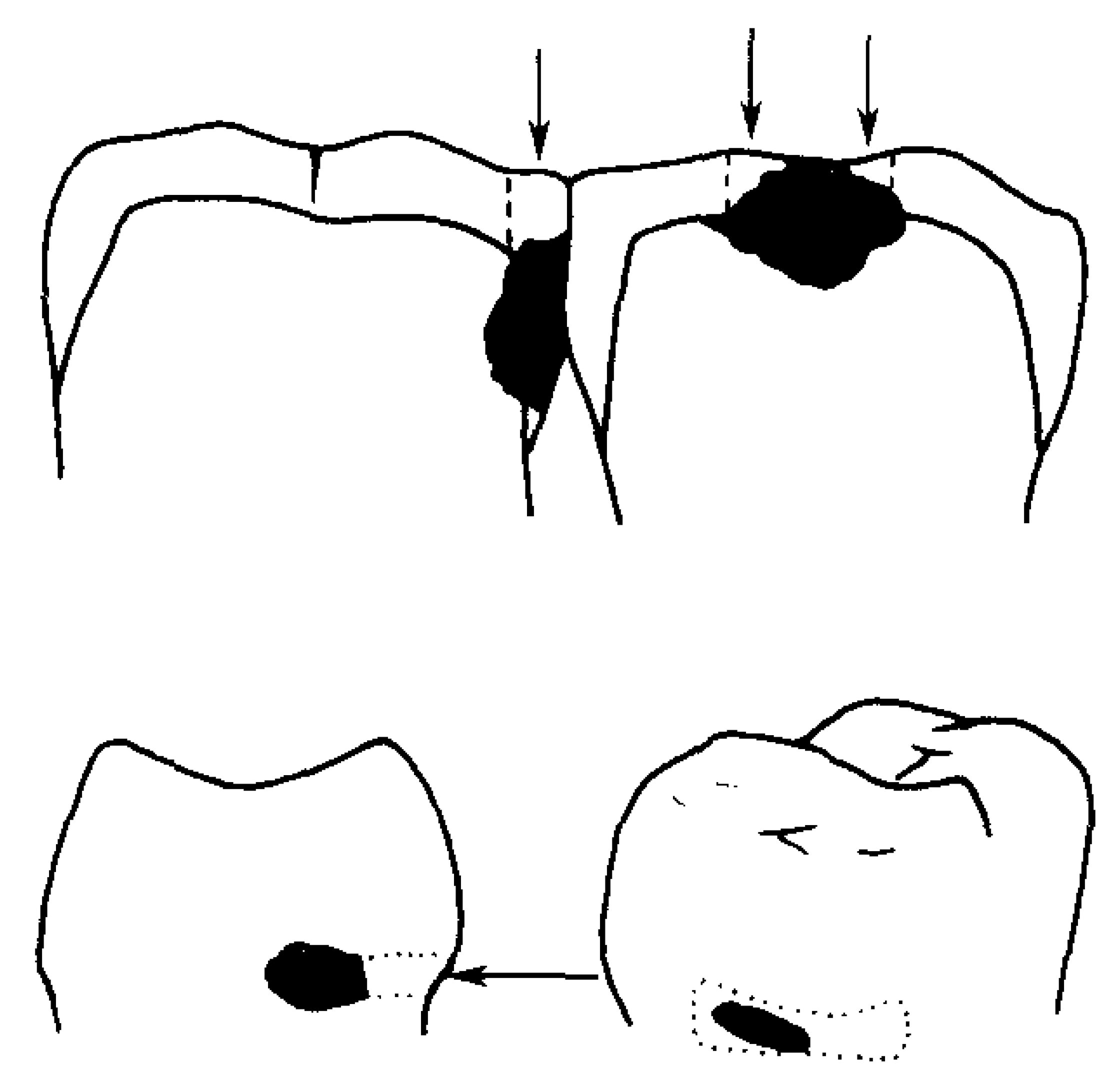


图 7–23　打开洞口

2. 去除龋坏组织　只有将龋坏的组织去除干净才能查清病变范围和深度。原则上已经龋坏软化的牙本质应彻底去除，以免引起继发龋。侧壁的龋坏，应全部切削净，直至形成由健康釉质和牙本质组成的平直侧壁。髓壁和轴壁的龋坏组织，在中龋洞内，也应彻底去净，建立健康牙本质的洞底。深龋洞内，在不穿通牙髓的前提下应将软龋去净，但若彻底去净有可能导致牙髓暴露时，应保留极近髓角或髓室区的少许软龋，并按余留龋先进行治疗（如抗生素、非腐蚀性消毒药等）几天后再继续治疗。通常用挖器剔挖病变组织最好，在剔挖病变组织时，应当注意将着力点从洞周围往中央剔挖，不能将着力点放在洞底中央。因为一般情况下，洞底中央是薄弱的部分，稍不注意就会将髓腔穿破；而且这里也容易使剔挖时所施的压力传递到髓腔，刺激牙髓组织，产生疼痛。

当不易判断龋坏组织是否去除干净时，可以用 1%碱性品红染色洞底，若还留有感染的病变组织，则被染成红色，再用挖器去除，若仍然不能去尽，可用大一点的球形钻针在慢速转动下将病变组织轻轻钻掉。

牙本质龋去净的临床判断，可以根据洞内牙本质的硬度和颜色变化来确定。龋坏牙本质一般呈深褐色、质软、探针易刺入，去除净后，洞内牙本质应接近正常色泽，质地坚硬。慢性龋进展慢、修复性牙本质形成作用较强，龋坏的前锋区可以曾因细菌代谢产物而脱矿变色，但随着再矿化的修复，又重新变硬，这种再矿化的牙本质通常较正常牙本质颜色深。因此，慢性龋可允许洞底牙本质颜色略深，只要硬度已近正常，在牙钻磨削时，牙本质呈粉状，即可不必除去。

3. 制备洞的外形　查清龋洞内的病变情况和去净坏变组织，根据龋洞的形状设计

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

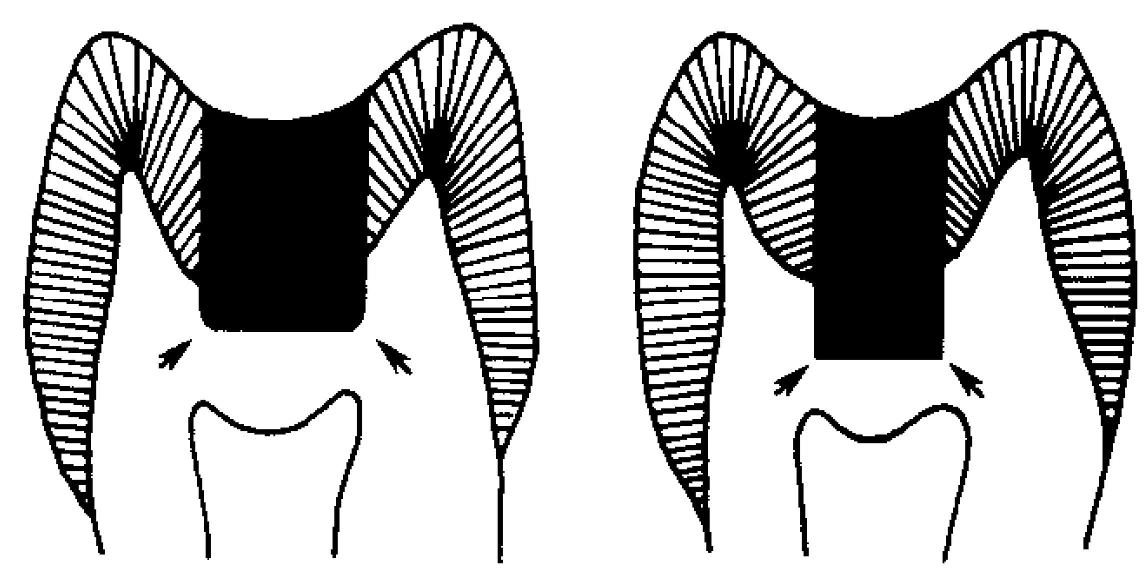
制备洞的外形。将一切病变部分和可疑病变部分包括进去，一些邻近的可被探针插入的点隙沟虽未产生病变也应包括进去。保留牙齿硬组织，特别是边缘嵴和牙尖，可保证牙齿的坚牢性，不致在修复后承受咀嚼压力时将牙体咬破。

外形的边缘必须建立在牙刷易清洁和唾液易于冲洗的表面。如邻面洞的颊侧和舌侧边缘必须设计在触点（面）以外的牙面上。在𬌗面，不能把洞的边缘作在点隙裂沟内。外形必须建立在有健康牙本质支撑的部位上，特别是承受咀嚼压力的部位。外形必须是圆缓的曲线，不能有狭窄的区域，否则不易充填或修复，即使充填或修复了，修复物也容易折裂。

4. 制备抗力形和固位形　抗力形是指将洞形制备成可以承受咀嚼压力的形状，使修复材料或牙体组织不会在咀嚼食物时发生破裂、脱位或变形。固位形则是指这种形状可将修复体稳固地保留在洞内不致脱落。

在制备抗力形时，应注意：洞底壁直，各壁互相平行，洞口略向外张开。箱状洞形中，洞底周围的线角要清楚，略为圆钝。减少凝后的修复物的锋锐边缘在咀嚼压力下会像刀刃一样切割洞壁，使洞壁破裂（图 7-24）。

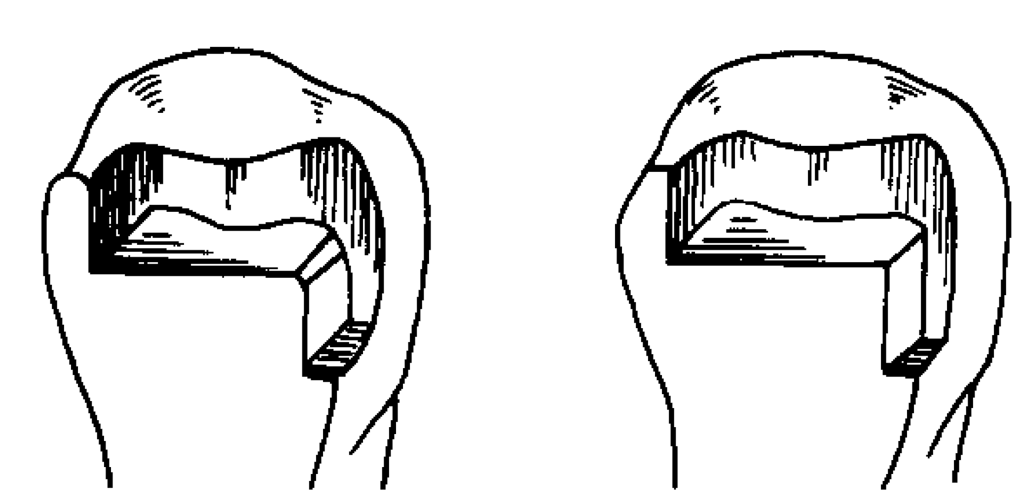
去尽洞口的无基釉，以免洞口的牙釉质在承受咀嚼压力时破裂，产生缝隙，产生继发龋。邻𬌗洞或邻舌（颊）洞，应在邻面洞与舌面洞或𬌗面洞交界处的洞底作梯形结构，这样可以保护牙髓，也对承受咀嚼压力有帮助。制备梯形时要使梯两侧的髓壁和轴壁互相垂直，但所成线角要略为圆钝（图 7-25）。



a　　b

图 7-24　洞底的线角

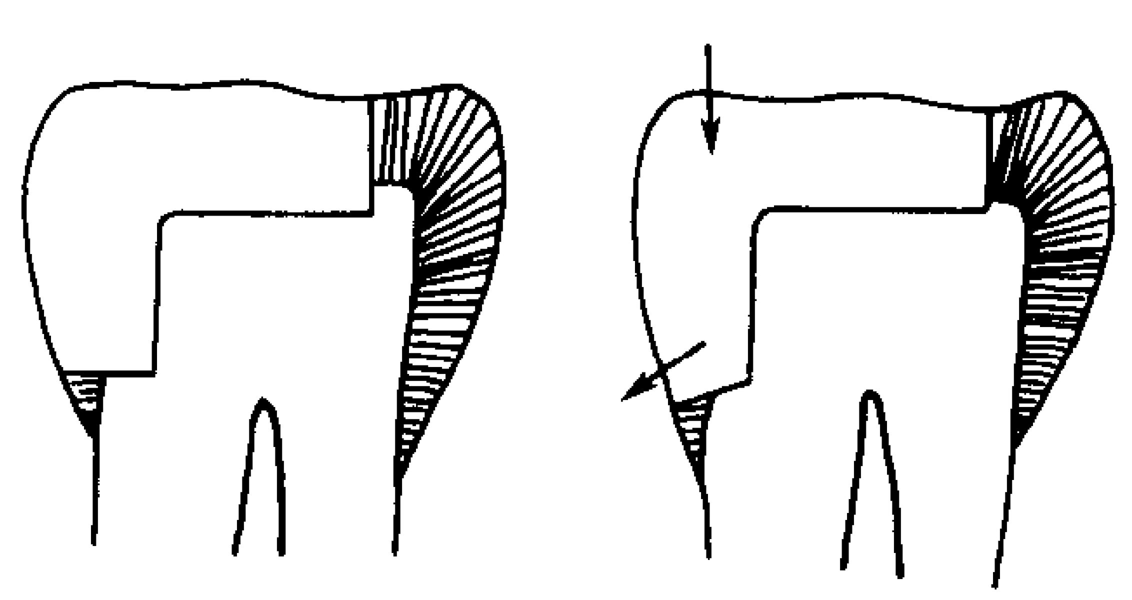
a. 洞底线角圆钝　b. 洞底线角尖锐



a　　b

图 7-25　双面Ⅱ类洞剖面结构，示梯形线角

a. 圆钝　b. 锋锐



a　　b

图 7-26　邻𬌗洞剖面结构，示龈壁

a. 与轴壁垂直　b. 与轴壁成钝角，向龈方倾斜

邻𬌗洞邻面部分的龈壁，在后牙（前磨牙和磨牙）上应制备得垂直于牙的长轴，也就是与轴壁互相交成直角，切忌作成斜向龈方的斜面（图 7-26）。

邻𬌗洞或邻舌洞的鸠尾峡应作在𬌗面洞或舌面洞的上方，不能作在邻面洞内，否则将来修复体容易崩裂。制备鸠尾固位形时鸠尾和邻面洞相连接的鸠尾峡应当比鸠尾窄一些，这样才能起到固位的作用。鸠尾峡不宜过宽也不宜过窄，对于准备用银汞合金充填的洞，应有鸠尾峡所在的颊、舌下尖距离的 1/3，对于用复合树脂修复的洞则只要 1/4 就行了（图 7-27）。

保留尽可能多的健康牙体组织，注意对𬌗牙的牙尖高度和锋锐度。如对𬌗牙的牙尖

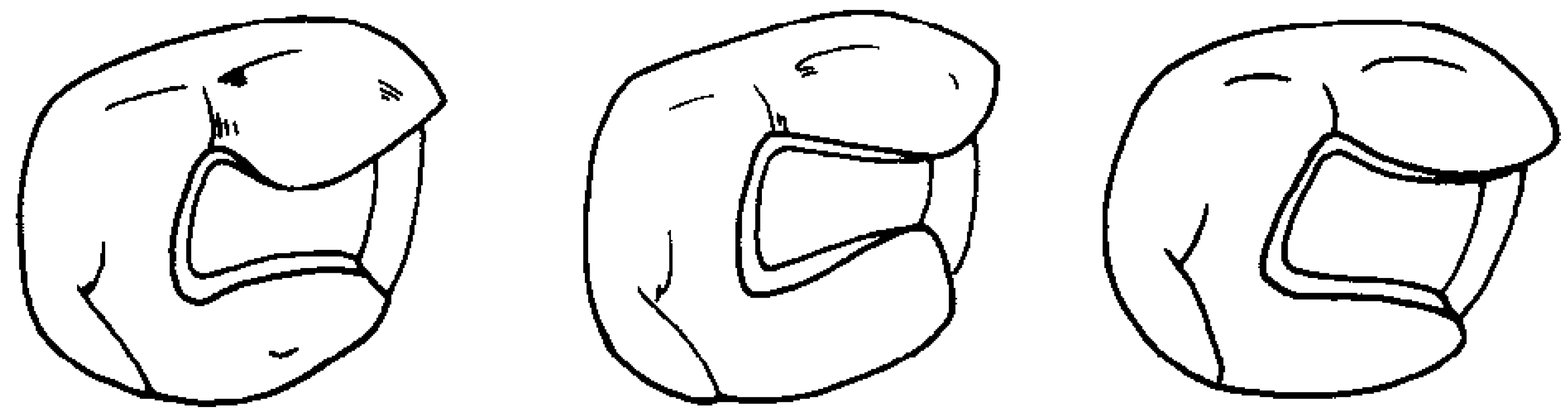


图 7-27　鸠尾固位的制备

a. 合理　b. 鸠尾峡位置不当　c. 鸠尾峡过宽

高而锋锐，则在咀嚼食物时易将修复牙上的修复体咬碎咬破，因此，在备洞时应将对殆牙上过高过尖的牙尖磨短磨圆一些，但不要破坏正常咬合关系。

在制备固位形时，应注意洞必须具有一定深度，浅洞的固位力很小，稍一承受咀嚼压力，修复体就会脱落出来，或者松动。但也不能认为洞越深越好，洞太深会破坏更多的牙体组织并刺激牙髓，同时也减弱洞的抗力形。过去主张洞的深度应在中央窝下方釉牙本质界下 1mm 左右，但近来很多人认为不需要这么深，只要达釉牙本质界下约 0.2mm 就行了。当然，洞的深度还要决定于原有病变的深度。

在洞基本备好后，用倒锥形钻针在近牙尖部的底端，向外轻轻钻一倒凹，将来填进去的修复物硬固后，就像倒钩一样把修复体固定在洞内。一个殆面洞，一般只作四个倒凹（图 7-28）。

倒凹一般作在牙尖的下面，牙尖的硬组织较厚，应当注意，又是靠牙髓角很近的部位，倒凹作在牙尖下釉牙本质界下面，不要太深。较深的洞，可以不作倒凹，靠洞的深度来固位。采用粘接性强修复材料修复时，也可以不作倒凹固位形。此外，用暂时性修复材料封洞时，也不必制作倒凹固位形。

洞壁与修复材料的密合也是一种固位形。要达到此点，在洞形制备上必须将洞壁制备得平滑，不要有过于狭窄的部分。另外，洞周围与牙齿长轴平行的壁（对Ⅰ、Ⅱ类洞而言），要互相平行，这对修复材料与洞壁的密合也有帮助，不能将洞制备成底小口大的形状。

5. 清理洞形完成备洞　按照洞形设计原则，从生物学观点出发，对经过上述步骤制备的洞形，作全面复查，看洞形是否达到设计要求，有无制备的失误，以减少失败，提高成功率。

将洞清洗干净，用锐探针从洞缘到洞底作探查，检查龋坏组织是否去净；可疑深窝沟是否已扩展而消除；外形线是否位于自洁区；盒状洞形是否标准，固位形是否合理；

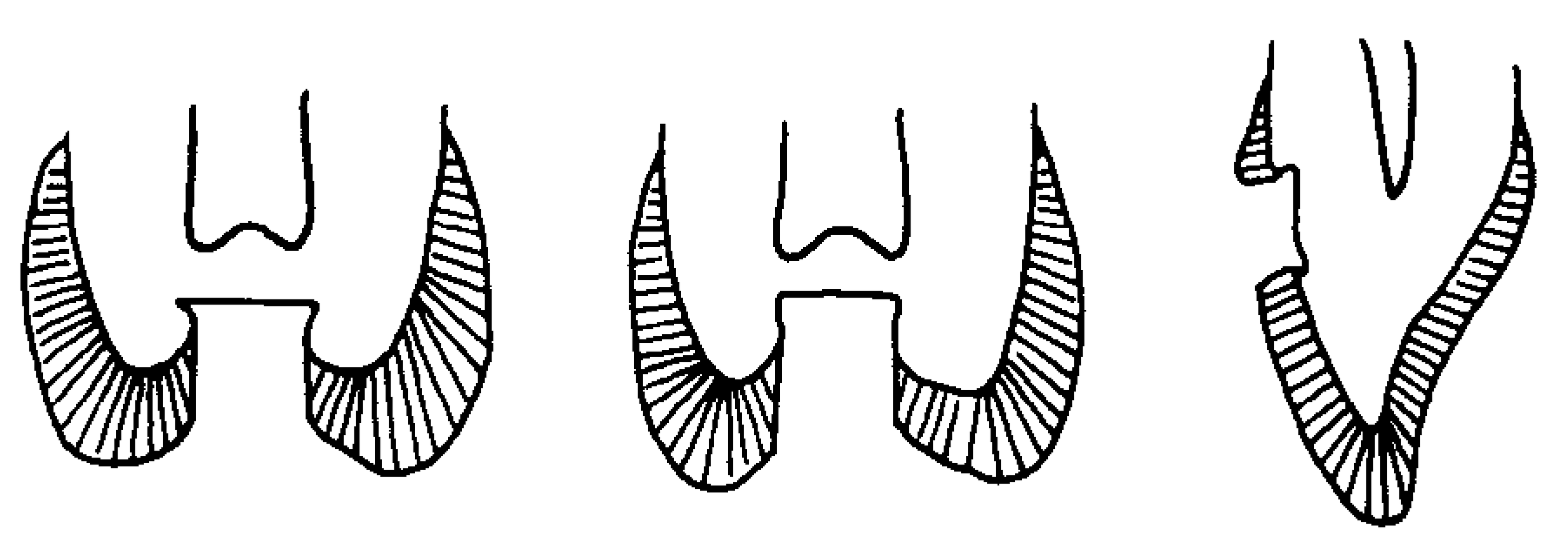


图 7-28　倒凹固位形

a. 倒凹尖锐　b. 倒凹圆钝　c. Ⅴ类洞的倒凹

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

髓壁是否完整，有无小的穿髓孔；无基釉和脆弱牙尖是否已修整。龋洞经洞形制备后成为可以修复治疗的窝洞。窝洞的基本特征是没有龋坏组织，有一定的抗力形和固位形结构，修复治疗后既恢复牙齿的外形又能承担一定的咬合力量。

根据患者对冷水喷洗时的敏感反应，探针检查洞壁洞底时的酸痛程度，结合制洞磨削过程的疼痛感，判断牙髓的状态，为已选定的治疗方法作最后的审定。经过洞的清洗、检查，一切合乎要求，制洞过程即告完成，进入进一步的治疗。

（八）各类洞形的制备要点

1. Ⅰ类洞多系单面洞，上磨牙腭沟和下磨牙颊沟内的龋洞，需备成包括𬌗面在内的双面洞。在制备后牙𬌗面的Ⅰ类洞时，如果𬌗面具有两个点隙或沟发生龋病，相距较远，中间有较厚的健康牙体组织，宜备成两个小洞形；如两个龋洞相距较近，可将两个洞合并制备（图 7-29）。

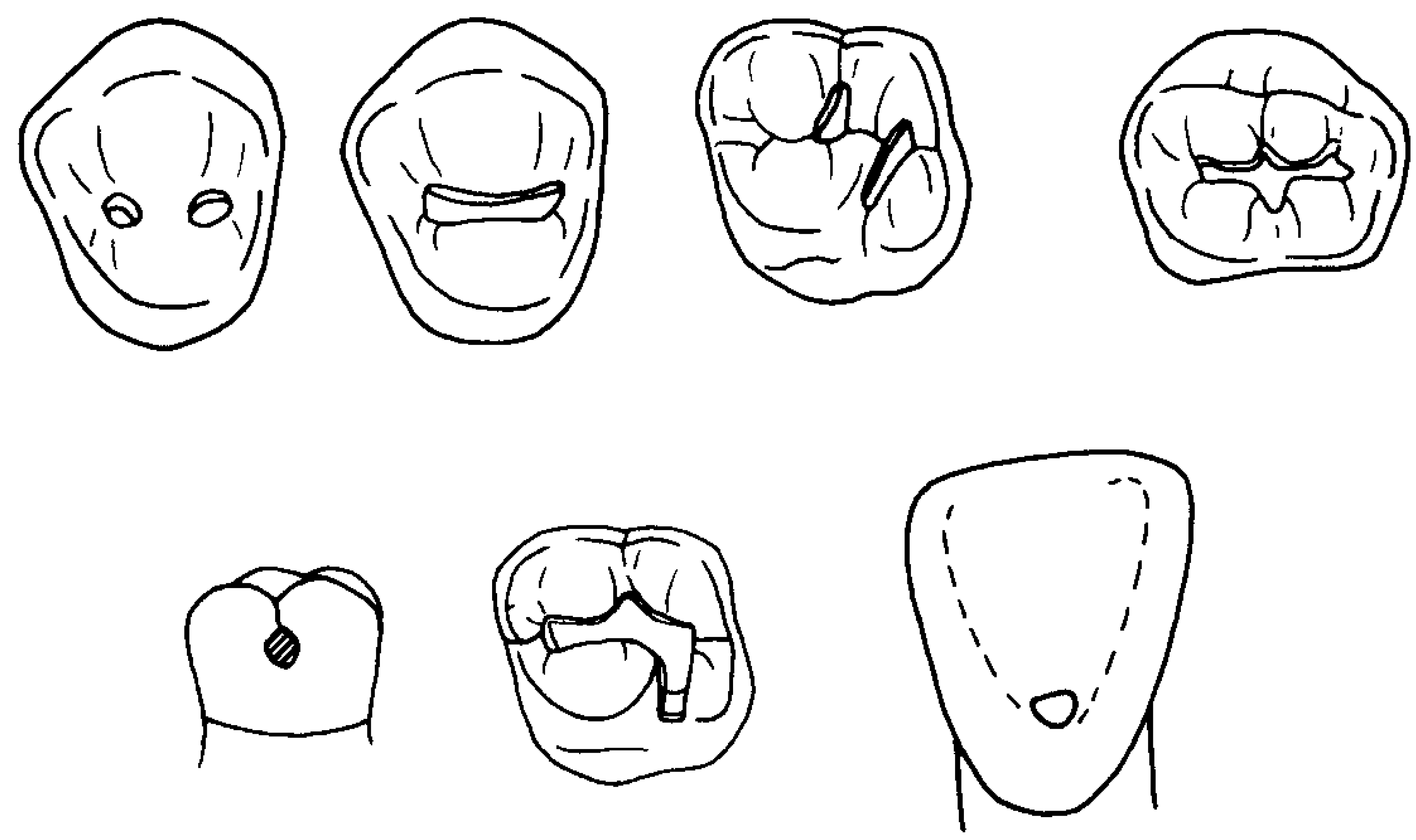


图 7-29 后牙Ⅰ类洞外形

颊面洞未累及𬌗面时，可以备成颊面单面洞。不承受咀嚼压力，对抗力形的要求不高，以固位形为主，应作倒凹。一般把倒凹作在𬌗壁和颈壁的中央。如果颊沟内的病变已累及咬合面，需制成双面洞，𬌗面洞作成鸠尾形，洞底髓壁和轴壁交界处，作成梯形（图 7-30）。上颌磨牙远中舌沟内的龋洞一般多已累及𬌗面，也应将它作成双面洞，并将𬌗面部分作成鸠尾形。

在制备下颌第一前磨牙𬌗面的Ⅰ类洞时，由于此牙𬌗面向舌侧倾斜，因此，洞底不能制成水平，必须与𬌗面一致，向舌侧倾斜，否则容易钻穿髓腔。

制备上颌前牙腭面龋洞时，洞底不能作平，同时切壁和颈壁都应作成与腭面部呈垂直的形状，洞的外形呈圆形（图 7-31）。

2. Ⅱ类洞一般均备成双面洞。制备此类洞时，如靠近龋坏面上的边缘嵴尚好，则宜先用小石尖将边缘嵴磨到牙本质，然后用裂钻往病变区钻，并往颊侧和舌侧扩大，使病变范围暴露清楚，再用挖器挖尽坏变组织；然后再根据邻面破坏大小和范围设计𬌗面的鸠尾形使鸠尾部的大小与局部保持平衡。如果邻面病变已经累及𬌗面，则用裂钻将洞口稍加扩大，再用挖器去除病变组织。病变组织去除干净后，就着手设计洞形并制备洞。

邻面洞应当将颊侧壁和舌或腭侧壁作成向牙间隙开扩的形状，此两壁的洞缘角应在

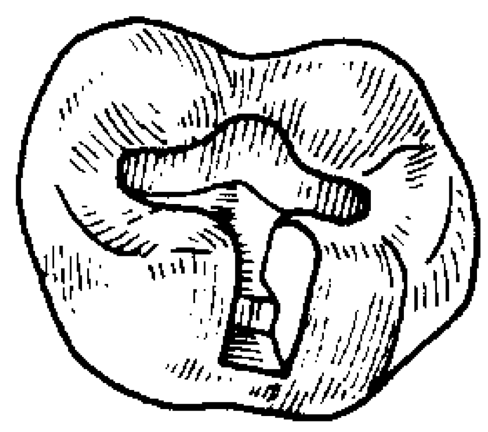


图 7-30　下颌磨牙颊殆洞

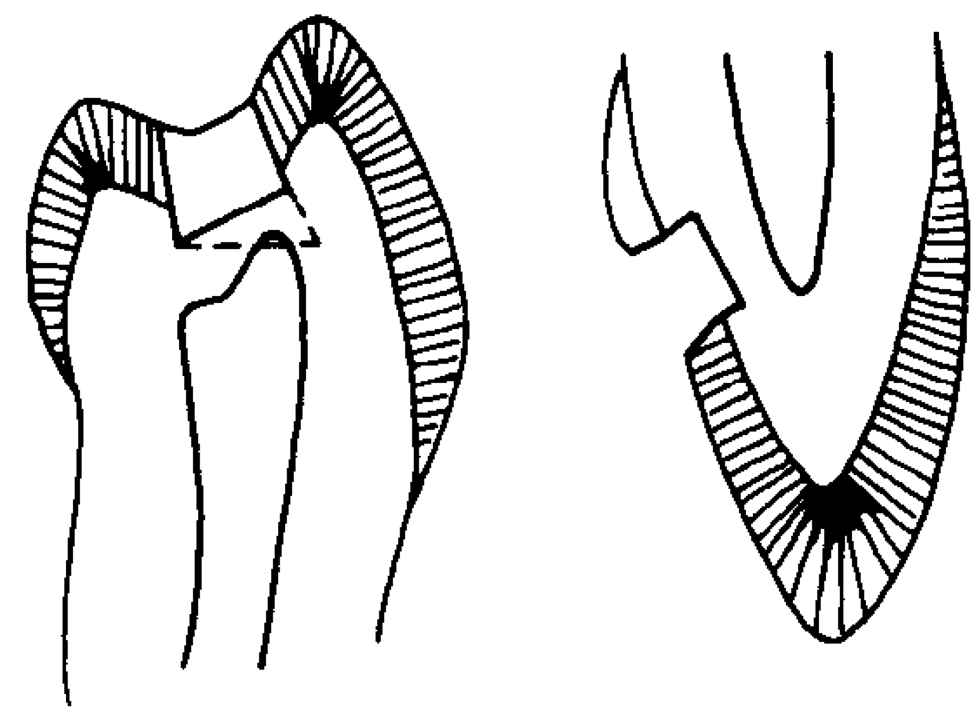


图 7-31　前磨牙与上前牙Ⅰ类洞

a. 下颌第一前磨牙殆面　b. 上前牙腭面

邻面的敞开部位，但不能扩到颊面或舌面上。

殆面破坏的龋洞，按Ⅰ类洞制备法将殆面洞备好，然后向邻面扩展。注意不要伤害髓角，去尽病变组织，修整洞形。应特别注意邻面洞的颊、舌或腭侧壁和龈壁（图 7-32）。

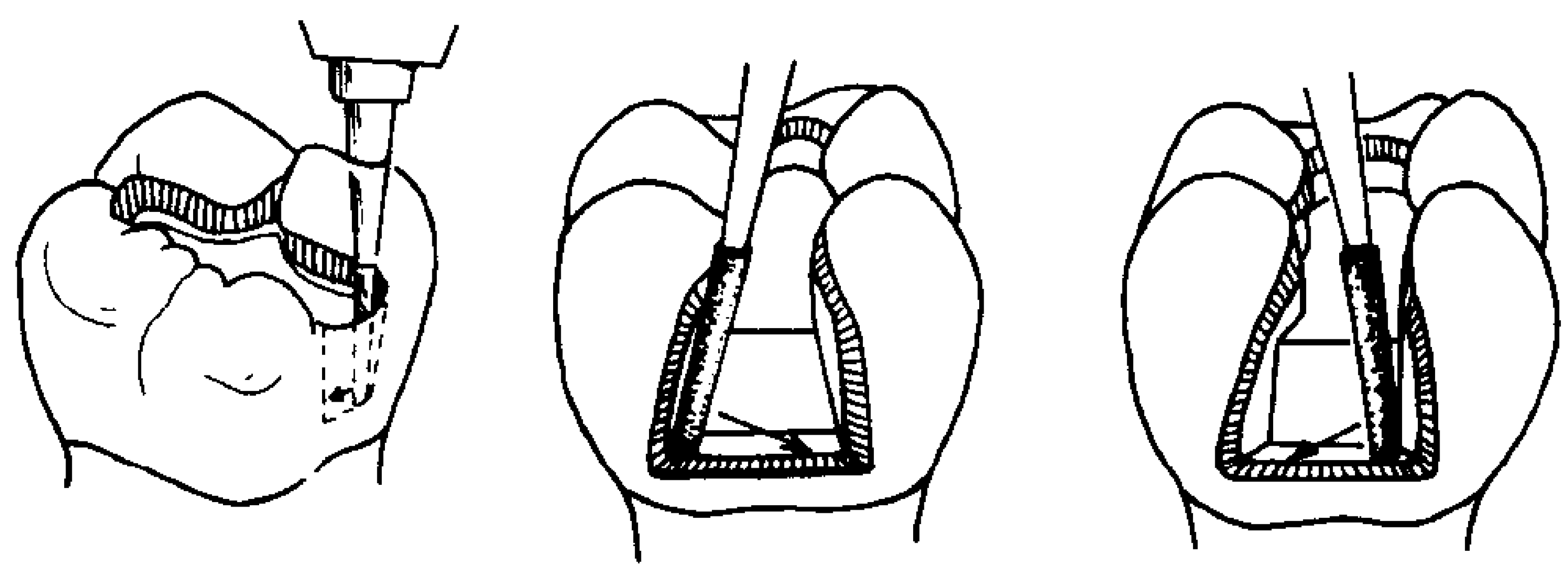


图 7-32　磨牙双面Ⅱ类洞形的制备

a. 殆面部已备好，制备邻面部　b. 用石尖往颊侧扩大　c. 用石尖往舌侧扩大

对病变位于触点龈方的邻面洞，触点未被破坏，可将鸠尾制作在颊面或腭面（图 7-33）。鸠尾不能作得过大，以免影响固位。备洞时，若有足够的空间容纳器械进入，则可将洞作成单面洞（图 7-34）。

当后牙的两个邻面均患龋病，牙体组织破坏较大，可制备邻殆邻洞。这一类洞也属于Ⅱ类洞。制备方法与上述双面Ⅱ类洞相似，只是要在殆面作一个共同的鸠尾（图 7-35）。

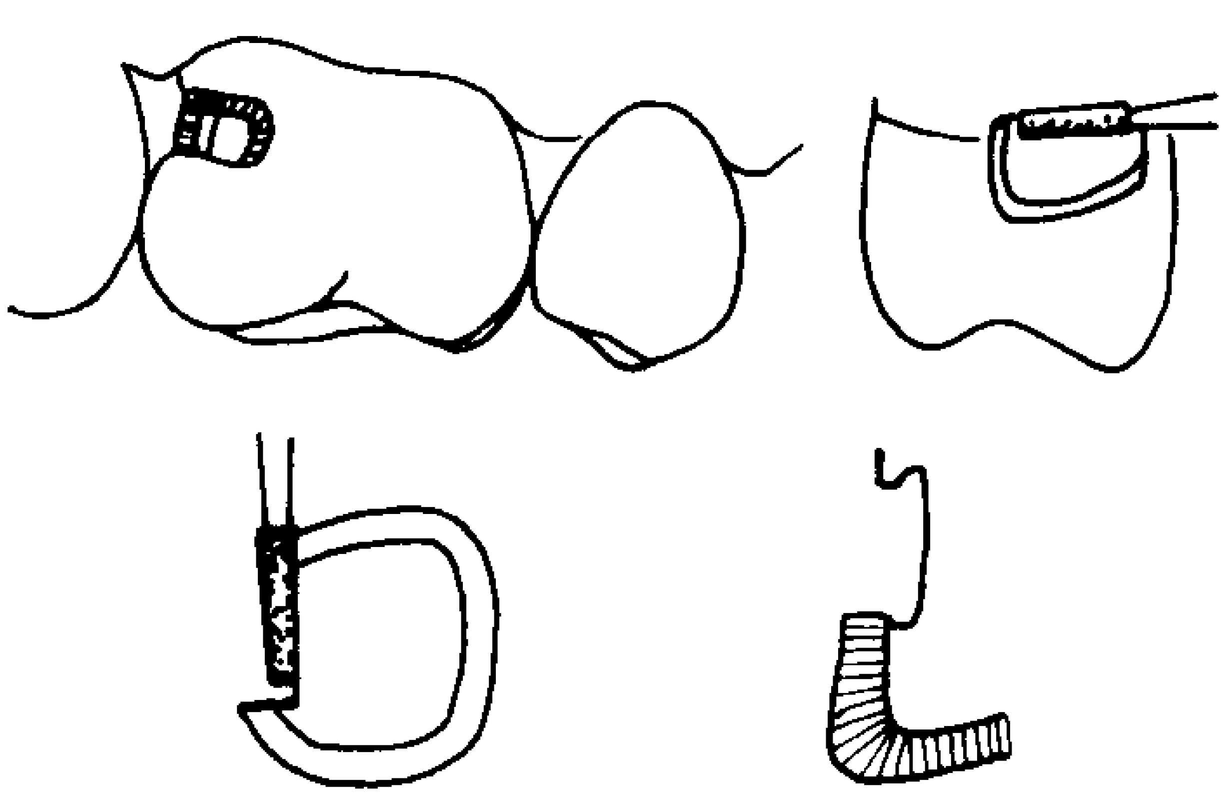


图 7-33　后牙邻面Ⅱ类洞侧面制备

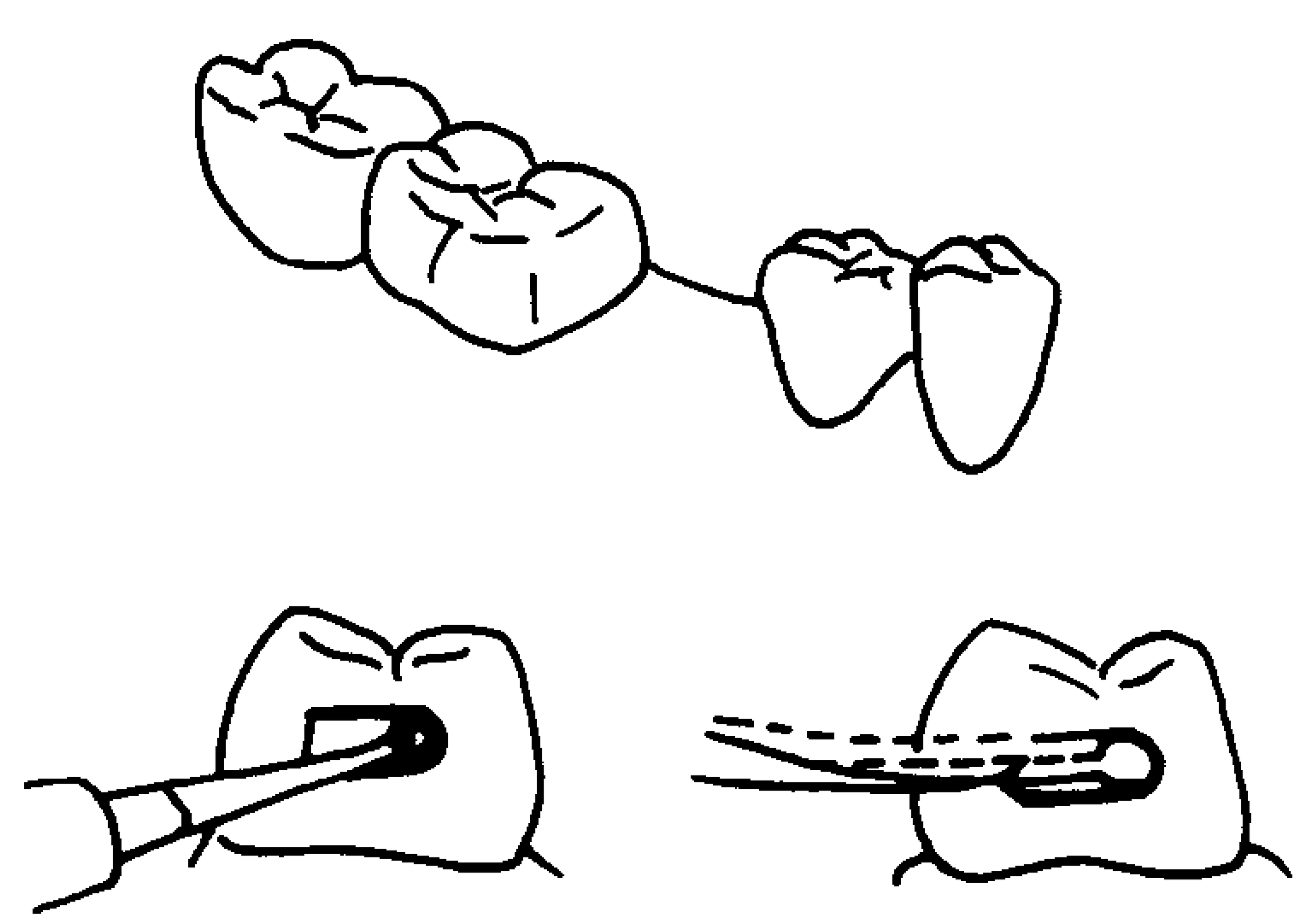


图 7-34　后牙单面Ⅱ类洞的制备

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

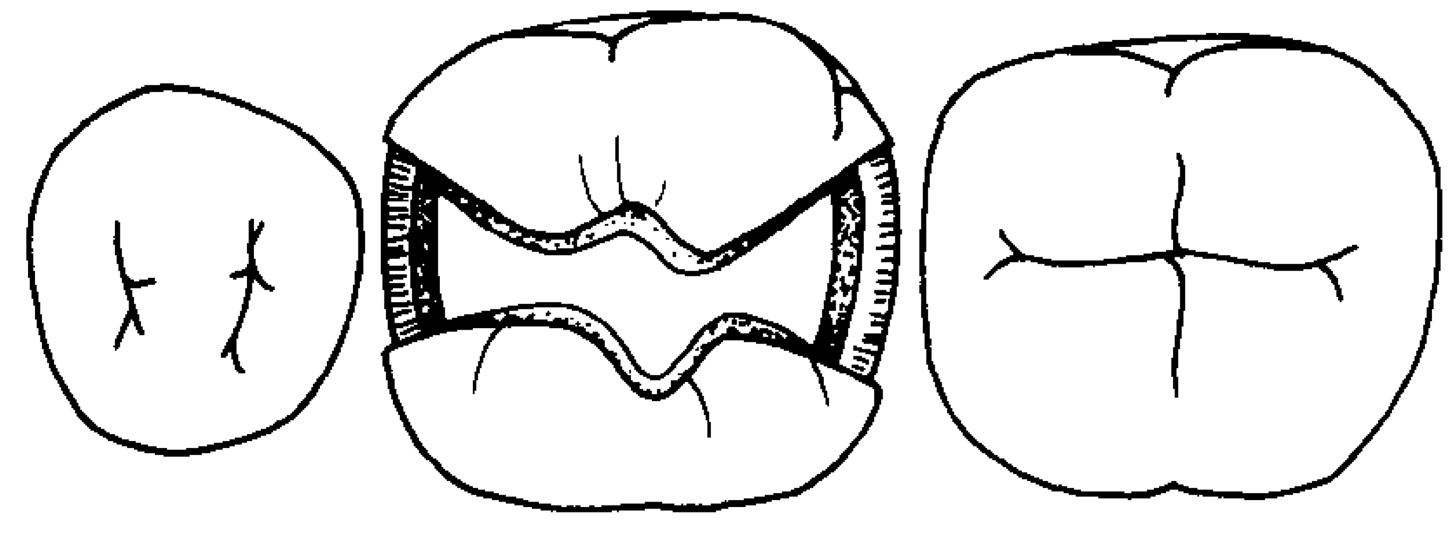


图 7-35 磨牙邻殆邻洞

应特别注意保留更多的健康牙体组织。

Ⅱ类洞修复时多采用银汞合金，该材料抗压强度高，抗张强度低，牙体组织自身的抗压强度较好，抗剪切度较低。为了抗衡负荷，Ⅱ类洞设计制时必须以承受压力为主，尽量减少张力和剪切力。

3. 制备Ⅲ类洞时，前牙邻面洞备洞时一般都要把洞扩大到舌或面，如果龋洞靠近唇面，而洞舌侧的边缘嵴很厚实，则可将洞扩展到唇面，但不能太大。邻面龋未破坏接触点，不宜因备洞破坏邻面接触点的完整性。

Ⅲ类洞的修复以美观为主，洞形承受的负荷也不大，洞缘的无基釉可以适当保留。所保留的无基釉是全厚层釉质，无龋坏，未变色，无断纹隐裂，不直接承受压力，其下方的龋坏牙本质可以去除。

备洞时先将洞的舌或腭侧壁用球形钻或裂钻钻掉，然后用裂钻往切嵴和牙颈方向扩展一点，使洞充分暴露；用挖器将坏变组织去除干净，再根据龋洞大小，在舌或腭面设计与之相应的鸠尾固位形。可用倒锥钻自邻面洞的轴壁下牙釉本质界平齐往舌或腭面扩展，然后在舌或腭面备好鸠尾，再仔细在舌或腭面与邻面之间作一梯，注意将梯的角作圆钝。也可以先在舌或腭面制备鸠尾固位形，再向邻面扩展。舌或腭面鸠尾固位形备好后，用球形钻轻轻将邻面洞内的坏变组织去尽，再用裂钻将唇、舌和龈壁修整好（图 7-36）。

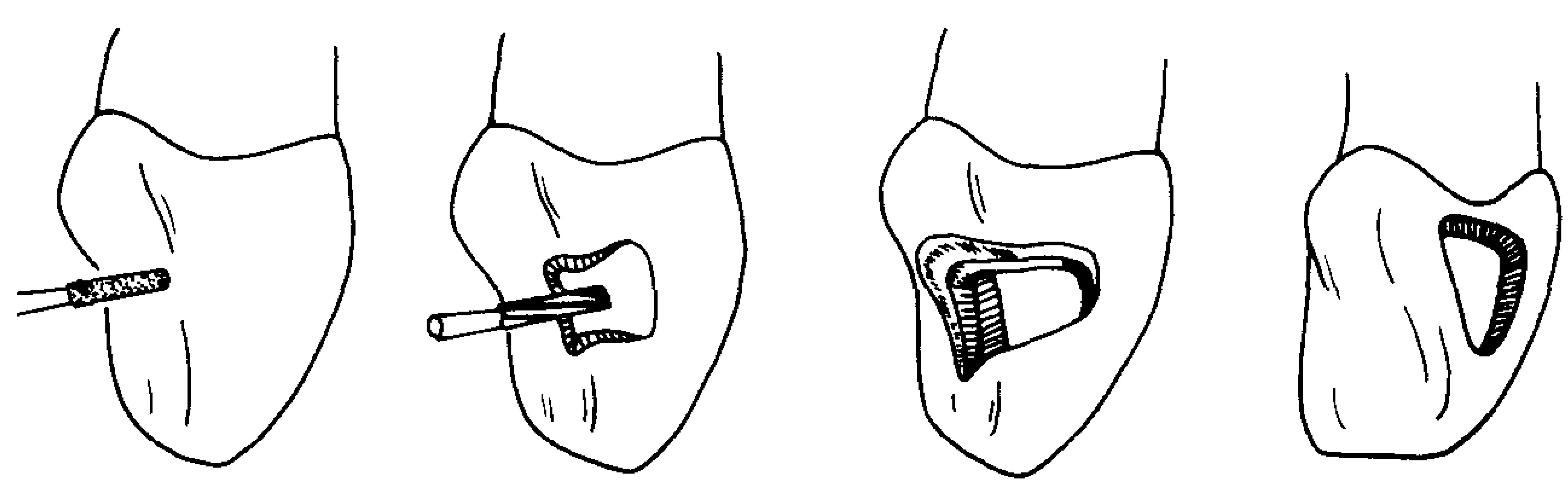


图 7-36 Ⅲ类洞的制备

龋病损害在邻面完全敞开，器械容易进入，则将洞作成单面洞。

Ⅲ类洞的倒凹固位形一般作在靠近切嵴和龈壁与颊侧壁、舌或腭侧壁交界的点角底部。当洞同时涉及邻舌或腭面，应注意使鸠尾部的洞底与牙齿原来的舌或腭面平行。

4. Ⅳ类洞系开放性的洞，不易制备固位形和抗力形，去尽坏变组织后，在近切嵴处和龈壁上制作针道，安放金属固位丝或固位钉（图 7-37），行高粘性复合树脂修复。

5. Ⅴ类洞是牙冠颊或舌面近牙颈 1/3 区的洞形，多为单面洞。该类洞不直接承受咀

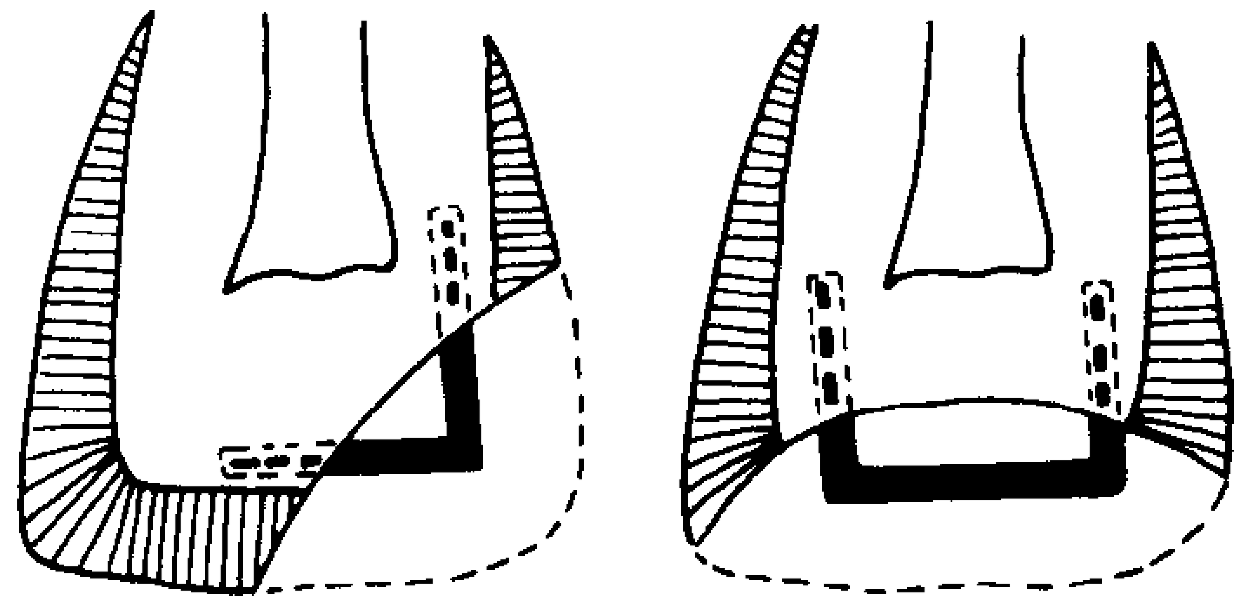


图 7-37　Ⅳ类洞的支架固位

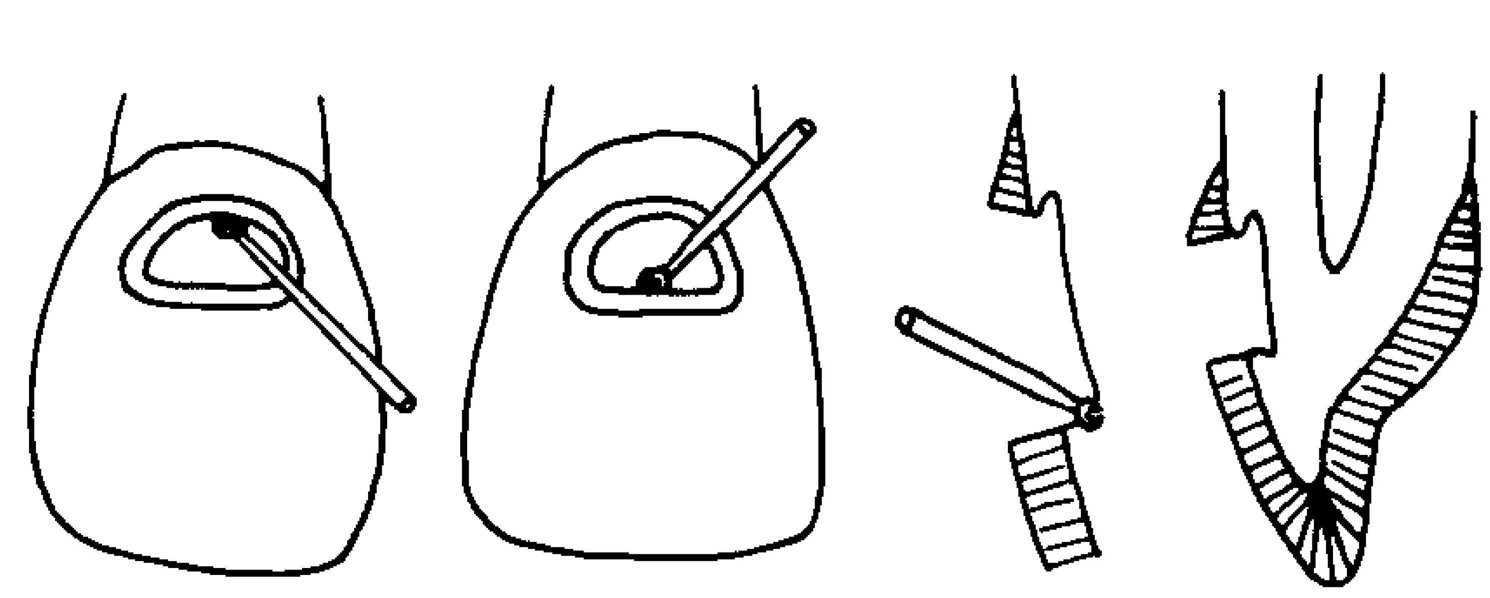


图 7-38　Ⅴ类洞的制备

嚼压力，对抗力形的要求不高，洞形制备以洞的外形和固位形为主。一般多将Ⅴ类洞作成肾形或半圆形，洞的龈壁凸向龈方，切壁平直，但均要作光滑，与洞底垂直，洞底略呈凸的弧面，要有一定深度，用小倒锥钻或球形钻在靠近洞底面的切壁（或殆壁）和龈壁上作倒凹固位形（图 7-38）。

（九）洞的隔湿、消毒、干燥

洞形制备完成，为了使修复材料与牙体组织紧密的贴合，减少继发龋的发生，需对窝洞进行隔湿、消毒、干燥处理，力求达到更好地修复效果。

1. 手术区的隔离　在备洞后，准备修复前，应当隔离手术区并消毒洞。所谓隔离手术区就是将准备修复的牙齿隔离起来，不要让唾液或其他液体进入洞内，以免污染洞壁和患牙，影响修复效果或修复材料的性质。最好是备洞前就隔离手术区，但应具备四手操作条件。

（1）简易隔离法：用消毒棉卷放在即将修复的牙的颊侧和舌侧，上颌牙只有放在唇、颊侧。下颌牙可以用棉卷压器将棉卷压住，以免舌或颊部肌肉活动时将棉卷挤开。用小的消毒棉球或气枪将洞内弄干燥。在使用综合治疗台治疗时，可将吸唾管置于口底，将积于口底的唾液或冲洗药液吸走。现代治疗用手术椅上装有吸唾管，每次使用时，均应更换经过消毒的吸唾管，以免交叉感染。

（2）吸唾器：利用抽气或水流产生的负压，吸出口腔内唾液。吸唾器套上吸唾弯管后放入患者下颌舌侧口底部。弯管最好采用一次性使用的塑料制品。吸唾器常配合橡皮障或棉卷隔湿使用，还可配合颊面隔湿片使用。隔湿片为医用硬泡沫塑料制成，状如圆角的三角形，患者张口时放入颊面的上下前庭穹窿，配合使用，可收到简单实用的效果。

（3）橡皮障隔离法：该方法的隔湿效果较好，能有效地将手术区与口腔环境隔离起来，达到干燥、视野清晰、防止唾液侵入的目的，并能防止器械的吸入。橡皮障的组成及操作方法详见第二十一章。

2. 洞的消毒　窝洞消毒目的是去除或杀灭残留的洞壁或牙本质小管内的细菌，减少继发龋的发生，由于洞底多位于牙本质中层或深层，对消毒药物的要求较高。具有一定的消毒杀菌能力，对牙髓的刺激性要小；能渗透到牙本质小管内，不引起牙体组织着色。

目前认为，在备洞时就应当把感染的牙体组织除干净，以后再经适当的冲洗，洞内的细菌就基本上被清除干净了。许多窝洞消毒药物，如酚类、硝酸银等均对牙髓有刺激性，故不主张使用药物消毒。

在临床实践中，准备修复前，对洞进行消毒还是必要的。但是应注意选用消毒力较

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

强而刺激性较小，且不使牙齿变色的药物，特别是深龋洞的消毒。常用的龋洞消毒药有氢氧化钙糊剂或液，50%苯酚甘油溶液，20%麝香草酚酒精溶液，樟脑酚（含樟脑 6.0g、苯酚 3.0g、95%酒精 1.0ml），丁香酚（商品），还可用 75%酒精。

3. 干燥窝洞 窝洞在修复前的最后一个环节是干燥洞形，这是为了使修复材料或其他衬底材料能充分接触牙体，不被水分阻隔而出现空隙，也避免因洞内壁的水分而影响材料性能。故窝洞的干燥对充填质量是十分重要的。使用的工具为牙科综合治疗台上接有压缩空气的气吹或是接橡皮球的手用气吹。

（十）窝洞的垫底

采用绝缘的无刺激性材料，铺垫于洞底，保护牙髓，避免充填材料的物理或化学因素刺激。

垫底多用于超过常规深度、近髓的窝洞应垫底护髓。去净牙本质软龋后，洞底不平者，应用材料垫平。洞虽不深，但选用的充填材料对牙髓有刺激性。要求作衬底以阻隔刺激。经过牙髓治疗的无髓牙，充填永久性修复材料前，应以垫底方法作出基底，以使洞形更符合生物力学要求，同时也可节约修复材料。

垫底所用材料要求对牙髓无刺激性，最好具有安抚镇痛、促进修复性牙本质生成的作用。应有一定的机械强度以间接承受𬌗力，并具有良好的绝缘性，不传导温度和电流。

垫底方式有两种，单层垫底和双层垫底。单层垫底用于窝洞虽超过常规深度，但不太近髓时。后牙多选用磷酸锌粘固粉或聚丙烯酸锌粘固粉。前牙用复合树脂充填窝洞时，因材料对牙髓有一定刺激性，多用氢氧化钙粘固粉垫底，双层垫底用于洞深近髓的情况，因磷酸锌粘固粉本身对牙髓也有轻度刺激，故在其下先铺垫薄层具护髓性的材料。如氧化锌丁香油粘固粉或氢氧化钙粘固粉。而这类材料却又因密度偏低，不宜在后牙承力洞形单独使用，因此，采用双层垫底方式。近年有换代产品聚丙烯酸锌粘固粉，强度好，不刺激牙髓可用于深洞垫底而不必再做双层基。唯不具促进修复性牙本质生成的性能，尚不能代替护髓剂氢氧化钙粘固粉（图 7-39）。

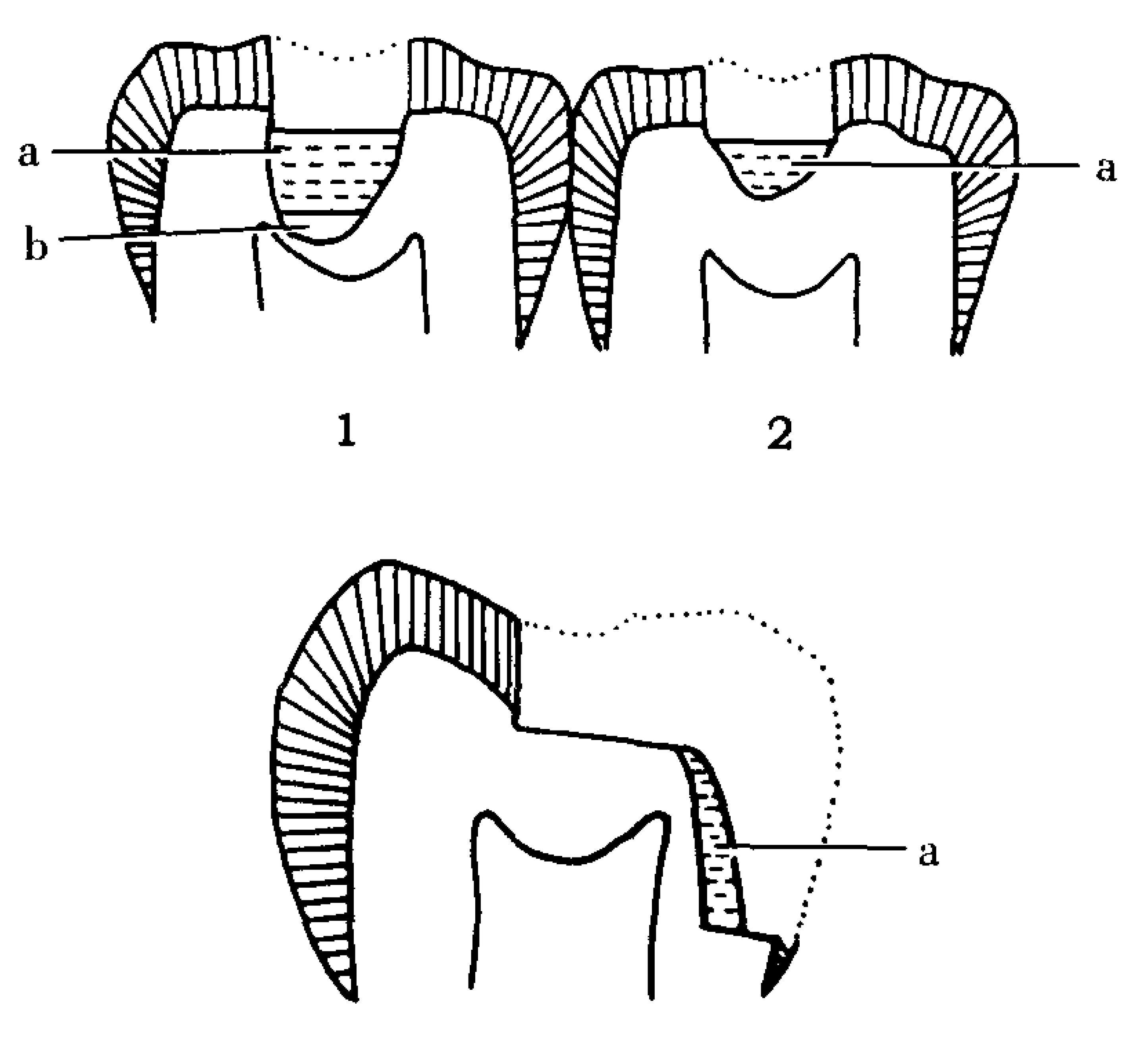


图 7-39 深洞垫底

1：双层垫底 2：单层垫底 3：轴壁垫底

a. 磷酸锌粘固粉 b. 氧化锌粘固粉

垫底的部位，在𬌗面洞为髓壁，在轴面洞为轴壁，不应置于侧壁和龈壁的釉质壁部分，以免垫底材料溶于唾液后产生边缘缝隙，日久出现继发龋。

此外，洞漆（cavity varnish）和洞衬剂（cavity liner）涂布于切削后新鲜暴露的牙质表面，封闭牙本质小管，阻止材料中的有害物质如银汞合金中的金属离子、磷酸锌粘

固粉的磷酸，向深层牙本质渗透，还可以增强修复体与洞壁间的密合性，防止两者界面因出现缝隙所发生的微渗漏。所有材料为溶于有机溶剂氯仿或乙醇的天然树脂如松香，或合成树脂如硝酸纤维素，呈清漆状。洞漆可涂于釉质壁和牙本质壁，厚度约 5~10μm。洞衬剂加有具疗效的物质如氧化锌、氢氧化钙或单氟磷酸钠等，稠于洞漆，通常只用于牙本质壁，厚度可达 25μm。

洞形预备到此基本完成，在仔细检查患牙及患者无不适反应，可以进入牙体治疗的最后一步，即修复治疗，以恢复牙体的形态和功能。

牙体修复治疗的具体方法详见第八章。

第六节　深龋治疗

深龋的病变已接近牙髓，诊断和治疗不当，可以引起牙髓的反应。因此，深龋治疗中准确判断牙髓的状况，选择恰当的治疗方案尤为重要。

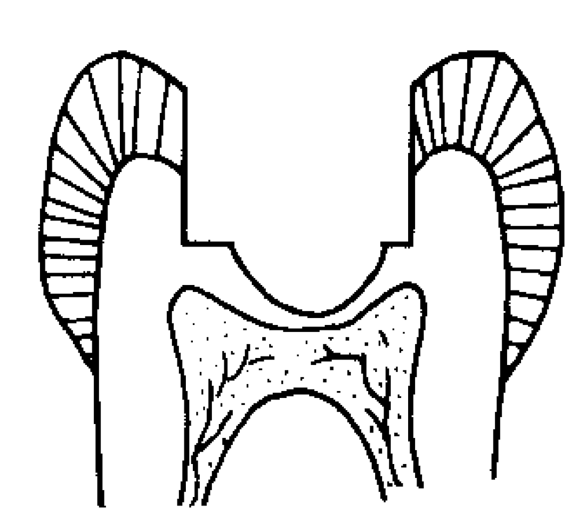
一、深龋的诊断要点

深龋发生在牙本质深层，病人自诉过冷过热刺激或食物嵌入患牙洞内引起明显的疼痛；检查发现龋洞洞深接近牙髓，洞壁有探痛，温度检查时冷刺激可引起激发性疼痛，但无穿髓孔和自发性疼痛。为了诊断，有时需要辅助牙髓电测试和 X 线检查。临床上，有时看似深的龋洞，可能只是中龋，或是伴有慢性牙髓炎症或已穿髓的深龋。因此，深龋的诊断很大程度上是依靠病人对刺激出现疼痛的主观感觉，疼痛的程度与病人的年龄、性别、个体耐受力等有密切的关系。

深龋诊断时，最重要的是必须判明深龋底部与牙髓的关系，明确是近髓或是穿髓。如果查见穿髓孔，需要判明牙髓的状况和疼痛的性质，是明显的探痛或是深入髓腔才出现疼痛或是无探痛。对深龋时间较长，无主观感觉，探诊无疼痛的病例诊断要格外注意，必须辅助牙髓电测试及放射诊断。诊断时需准确判断深龋是否伴有牙髓充血，牙髓充血是可复性牙髓炎症，主要特点是激发性疼痛，温度检查产生尖锐的疼痛，去除刺激疼痛立刻消失，不再延续，临床上大多数深龋都伴有可复性牙髓炎。此外还应特别注意是否伴有慢性溃疡性牙髓炎，后者属于无症状不可复性牙髓炎，刺激诱发牙髓剧烈疼痛，去除后疼痛持续一段时间，病人无自发疼痛，检查发现牙髓已穿通，穿髓孔有明显的探痛。

二、深龋的洞形制备

深龋使牙齿硬组织破坏严重，洞口较大，器械易进入。洞形制备时，需去除洞缘的龋坏组织和无基釉，充分暴露洞内壁，在清楚的视野下进行洞形的制备。


图 7-40　深龋洞形制备

为了保护牙髓，有时在去除大部分洞侧壁和髓壁的龋坏组织后，在髓壁或轴壁的近牙髓部位可保留部分余留龋，其余洞内壁为正常牙体组织（图 7-40）。对承受咬合力的牙尖、牙嵴等牙齿硬组织脆弱部位要做修整，适当降低高度。洞形的抗力形设计要

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

求洞底随髓室顶呈弧形或圆弧形，洞壁直为箱状，固位形设计需按洞形制备原则进行。

三、深龋的治疗

深龋治疗原则是在尽可能去除龋坏组织的同时，设法消除牙髓的早期炎症，保护牙髓组织的活力，恢复牙髓功能。要求在治疗的每一步需避免物理、机械、化学等刺激，如机械损伤、温度激惹、摩擦产热、药物刺激等。

（一）深龋治疗前必须判明的情况

1. 牙本质-牙髓复合体的反应　龋病刺激牙本质-牙髓，出现明显的病理改变，致龋微生物的种类、数量、毒力强弱、牙本质的结构、矿化程度、微量元素含量等因素都会影响牙本质-牙髓复合体的形成。修复性牙本质的形成与牙本质-牙髓的有效厚度有关。牙本质-牙髓有效厚度在2mm以上，牙髓可产生完全正常的修复性牙本质；有效厚度为0.8~2mm时，牙髓产生不完全的修复性牙本质；有效厚度为0.3~0.8mm时，牙髓功能严重破坏，无或仅少量修复性牙本质形成。牙本质-牙髓复合体的反应还与病人的年龄、牙齿的年龄、髓腔及根管内牙髓组织细胞和微循环状况有关。

2. 洞内龋坏组织能否去干净　为保护牙髓，在洞底近髓处允许留少许余留龋，避免制洞时穿髓。

3. 洞底是否与牙髓腔穿通，牙髓是否暴露　穿髓孔很小时，需仔细判断，减少失误。

（二）治疗方法

1. 垫底修复法　当深龋不伴有上述激发病症状，牙髓活力正常时，选用双层垫底修复法，一次性完成治疗。保护牙髓采用了丁氧膏均匀垫于洞底，固化后再用磷酸锌粘固粉作第二层垫底，垫平髓底，再做永久性修复（图7-41）。

2. 安抚治疗　是一种临时性治疗方法。深龋出现明显的症状，或温度、化学刺激引起较重的激发痛，治疗时选择安抚疗法，先用消炎镇痛药物，常用丁香洞小药棉球放入洞底，丁氧膏封闭窝洞，观察1~2周，临床症状消除，再作进一步治疗（图7-41）。

3. 间接盖髓术　主要用于深龋洞为了保护牙髓，软龋不去净，髓壁留有少量的余留龋，牙本质-牙髓反应能力较好。为促进牙本质-牙髓复合体的修复反应，牙体组织的再矿化可选用此法。间接盖髓术分两次进行。洞形制备完成，第一次治疗是在髓底均匀垫置盖髓剂，常用有氢氧化钙盖髓剂，再用丁氧膏和磷酸锌粘固粉作双层封洞。3~6个月的观察，患者无症状，牙髓活力良好，X线检查正常，第二次复诊，去除部分封洞材料，作永久性修复治疗（图7-41）。

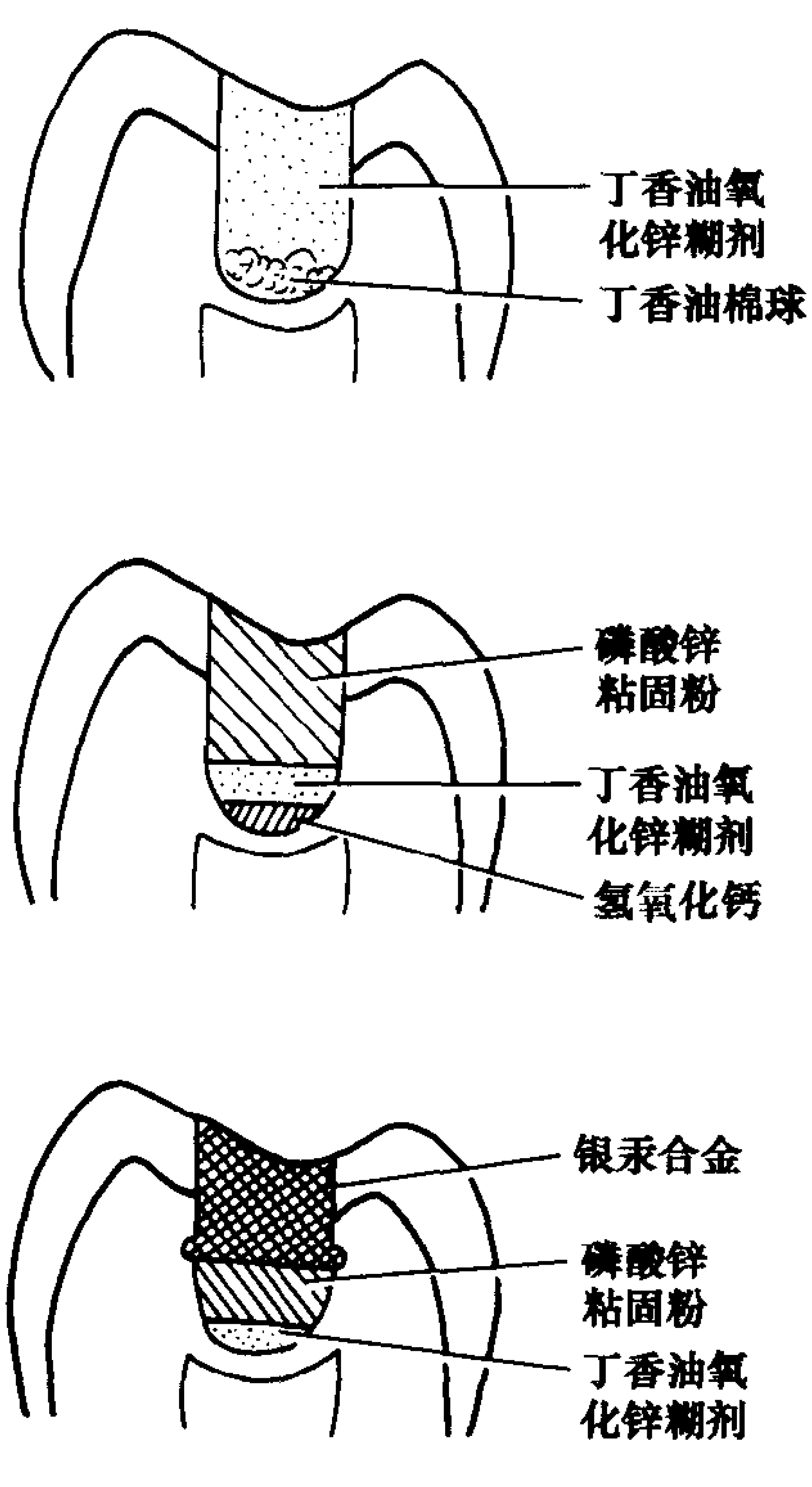


图7-41　深龋的治疗方法

第八章 牙体修复术

牙齿组织因矿化程度高一旦发生组织的缺损是不能自行修复的，必须采取人工的方法恢复其外形和功能，达到治疗的目的。牙体疾病最常用、最有效的治疗方法就是牙体修复术。

第一节 银汞合金及修复

银汞合金（amalgam）作为牙科修复材料已有很长久的历史，据史书记载早在唐代我国曾用银膏来修补牙齿，据唐朝的本草记载，银膏是用银、汞和锡制成，与今天我们用的银汞合金有共同之处。1826 年法国 Traveau 用银汞合金进行牙体修复，当时使用的是汞、铋、铅及锡的混合物，在 100℃将混合物熔化后将其注入牙中。19 世纪 30 年代中期银汞合金开始在美国应用于牙体修复。随着材料制备及性能的不断改进，银汞合金在牙体修复中的应用已得到包括 WHO 在内的多家国际卫生组织的认可。由于其耐磨性好、抗压及抗张强度好、耐腐蚀性好等优点，一直被认为是后牙牙体修复的理想材料。

一、银汞合金的组成

银汞合金是由液态汞与粉状金属合金混合而成,通过研磨使粉液成分充分混合。银汞合金的形状因其合金粉不同而不同，汞则起润湿合金粉的作用。合金可呈不规则锉屑

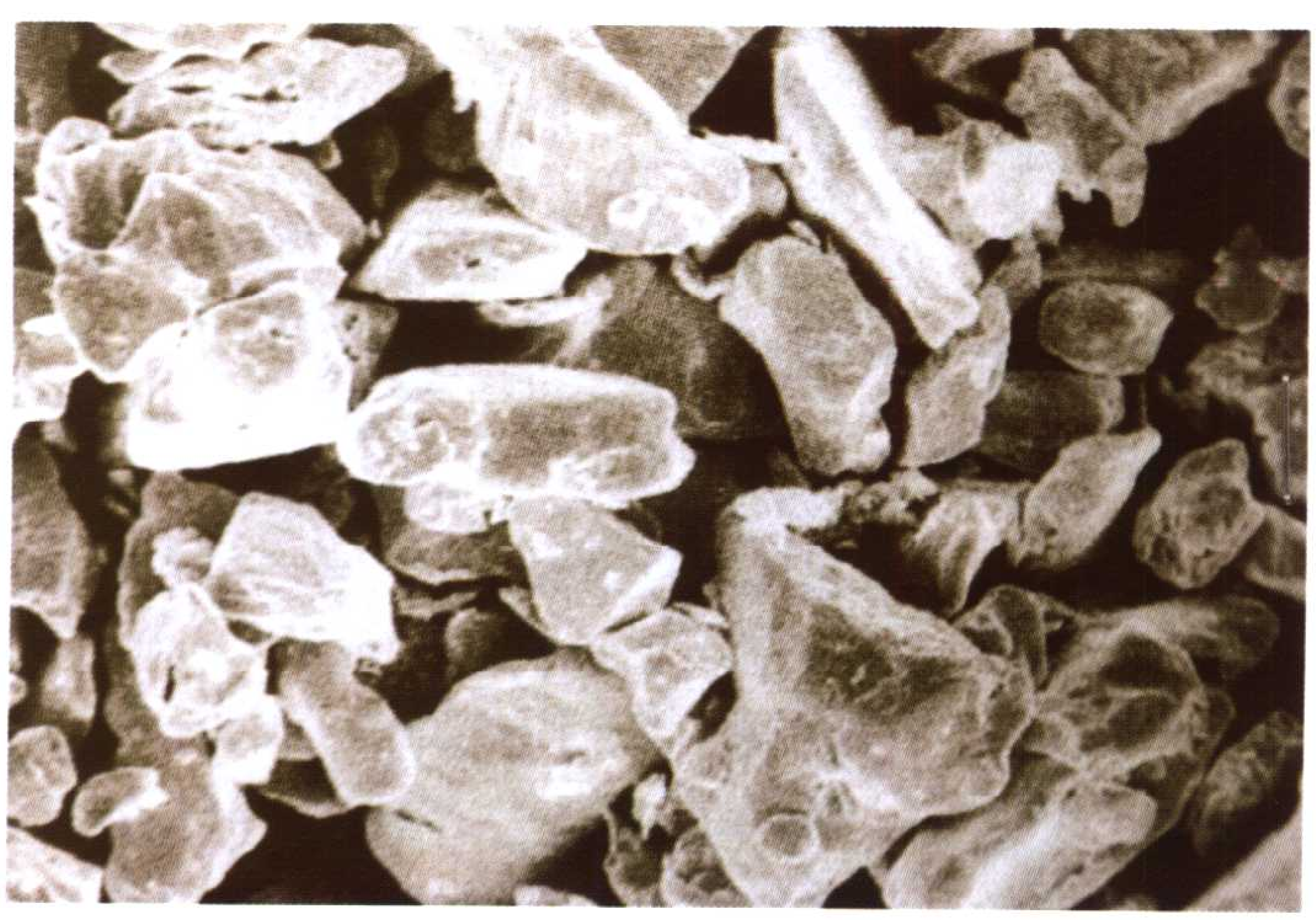


图 8-1 锉屑型合金

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

状，由合金铸模切削而成，称为锉屑型合金（图 8–1）；球型合金由液态合金形成（图 8–2）；二者混合为混合型合金（图 8–3）。球型合金的颗粒呈球形，合金在高温下经过雾化处理而成，其表面积大于同等重量的锉屑合金，因而与汞结合的能力更大。

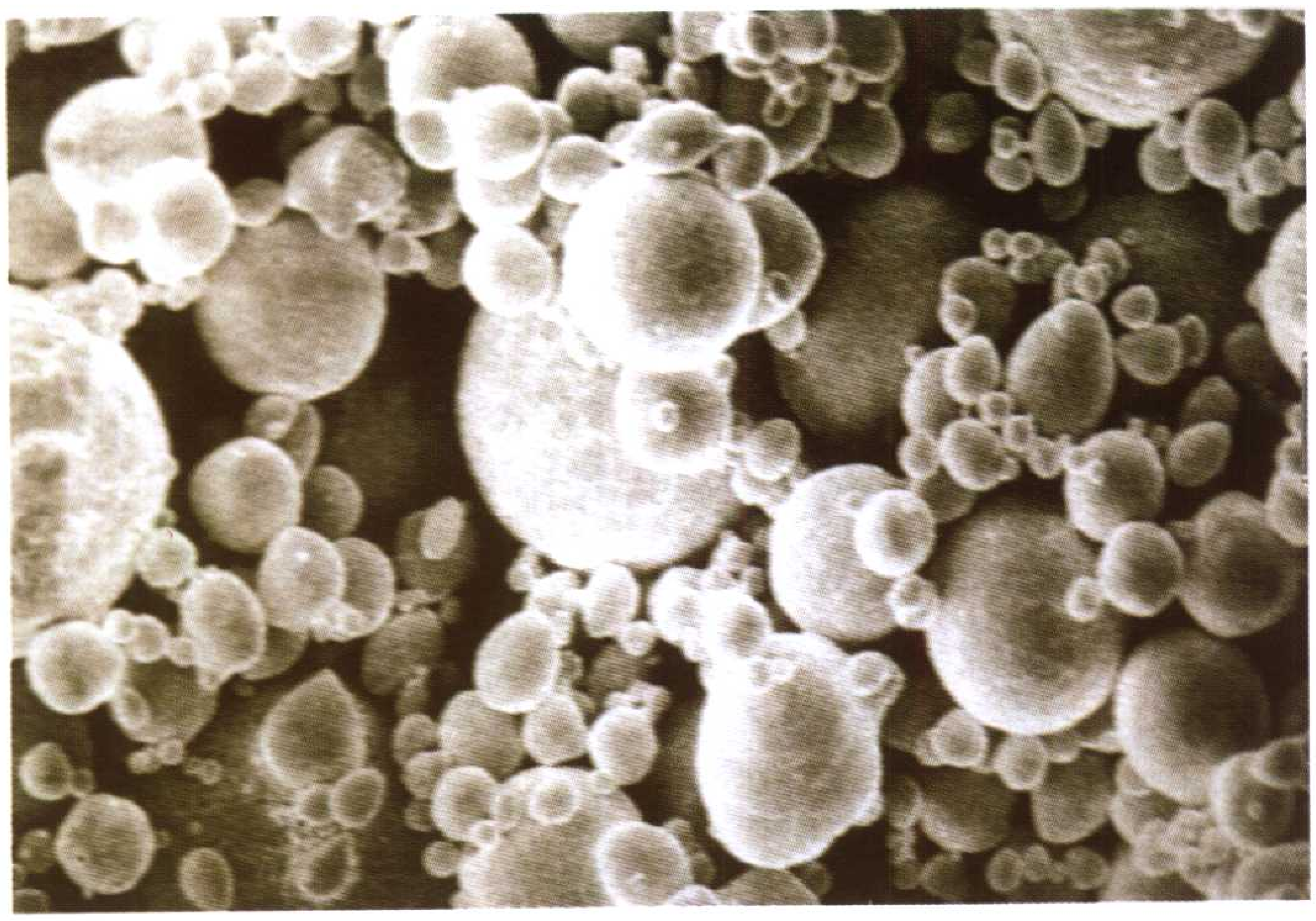


图 8–2 球型合金

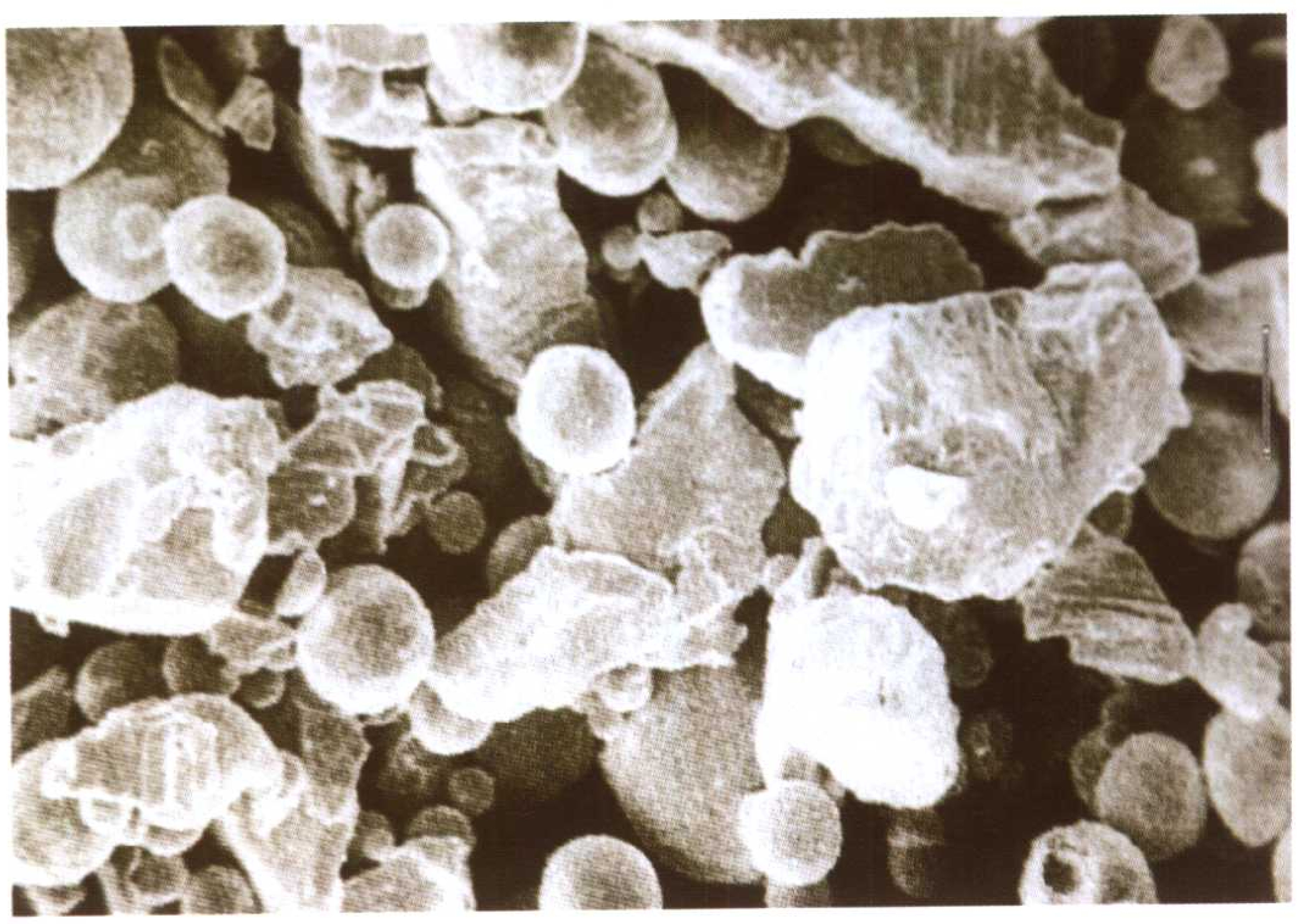


图 8–3 混合型合金

不同种类的银汞合金在临床应用时的操作是不同的，球型银汞合金对压力抵抗力较弱，对洞壁的适应性较好，但由于它在硬固反应后体积收缩较显著，故在充填时更应注意侧方的加压。由于银汞合金对牙体组织无化学性粘接，所以无论何种银汞合金，垂直加压或是侧方加压对增强银汞合金修复体与洞壁间的密合是至关重要的；而银汞合金修复体的体积变化会导致修复体和洞壁间产生微隙，这将大大影响充填后修复体在洞内的稳定。

目前牙体修复所使用的银汞合金还有低铜和高铜之分。前者至少含 65%（wt）的银、最多含 29%（wt）的锡、少于 6%（wt）的铜及少于 1%的锌，这种合金含较多的 γ 相合金（Ag_3Sn），合金粉与液态汞调和后产生膏状混合物，金属间发生汞合反应，银汞合金发生凝固而变硬，在固化后的银汞合金中，有各种金属相。其具体的化学反应如下：

$$Ag_3Sn + Hg \longrightarrow Ag_3Sn + Ag_2Hg_3 + Sn_{7\text{-}8}Hg$$

（γ 相）（γ 相）（γ_1 相）（γ_2 相）

反应后多余的 γ 相合金分散在新形成的 γ_1 和 γ_2 相中。而高铜合金则至少含 40%（wt）的银，铜的含量在 12%~30%之间，它可由混合型或单组份合金制备而来，其反应式分别如下：

混合型合金：$Ag_3Sn + Ag\text{-}Cu + Hg \longrightarrow Ag_2Hg_3 + Cu_6Sn_5$ +未反应混合物

（γ 相）（γ_1 相）（η 相）

单组份合金：$Ag\text{-}Sn\text{-}Cu + Hg \longrightarrow Ag_2Hg_3 + Cu_6Sn_5$ +未反应混合物

（γ_1 相）（η 相）

与低铜合金不同的是，高铜合金反应混合物中无 γ_2 相存在。

银汞合金的组成与其腐蚀性有密切的关系。腐蚀是金属与非金属之间发生的反应，其本质是氧化还原反应。通常银汞合金发生的腐蚀属于电溶性腐蚀，即合金中的金属失电子作为阳极，环境中的非金属离子得电子作为阴极，而以液体成分作为电子传递的通道。银汞合金的所有组份均可发生腐蚀，其中以 γ_2 相（锡-汞）为显著，阳极发生的反应为：$Sn \rightarrow Sn_2 + 2e$，而阴极发生的反应为：$O_2 + 2H_2O + 4e \rightarrow 4OH^-$ 或 $2H^+ + 2e \rightarrow H_2$。腐蚀反应可形成氧化物、羟基氯化物、银和锡的硫化物及汞，因此也认为腐蚀反应是银汞合金修复体释放汞的原因。γ_2 相腐蚀反应释放的汞可扩散至银汞合金修复体表面，与剩余的 γ_1 和 γ_2 相继续反应，也可被释放至口腔环境中。

低铜银汞合金因 γ_2 相的存在而易发生腐蚀现象，高铜合金中无 γ_2 相，其腐蚀反应主要发生在 η 相，其腐蚀反应的产物为氧化锡、氯氧化锡及 $CuCl_2 3Cu(OH)_2$，但无汞的释放。铜含量的增加有益于消除易腐蚀、脆弱的 γ_2 相的存在，从而可提高银汞合金修复体的寿命。金属锌的加入可加强银汞合金的机械强度，减少边缘折裂的发生从而延长修复体的使用寿命。含锌的低铜银汞合金在加压充填时若被唾液污染，则会发生延迟性膨胀，而这种现象并不会在含锌的高铜合金中出现。但严密的隔湿对任何一种银汞合金都是必要的，否则唾液会引起银汞合金修复体的多孔性，并进而使其机械性能和耐腐蚀能力下降。

二、银汞合金的性能

银汞合金用于后牙修复表现了理想的耐磨性、耐腐蚀性和较好的机械强度，虽然银汞合金修复体存在美学上的不足及热、电的传导性，但它仍得到了广泛的使用，也是目前后牙修复的主要材料。有研究表明，银汞合金修复体的平均使用寿命为 10 年左右，最长可保持 20 余年而无继发龋的出现，而树脂类修复体的使用寿命仅为其一半。国外的研究报道银汞合金修复体的继发龋发生率在 5%左右，其中由于材料的原因仅占 37%，更多继发龋的发生是由于龋坏组织去除不完全、洞形制备及设计、术者的操作等原因而引起。较之修复材料而言，洞形的大小对继发龋的发生更重要。此外，由于银汞合金的电传导性，常在有不同金属撞击时产生瞬息流电现象，这种流电现象仅发生在完成银汞合金修复后一段短时间，之后由于银汞合金的汞合作用完全完成而逐渐减少或完全消失。

随着口腔修复新材料及设备的不断发展，银汞合金在牙体修复中的地位已发生了变

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

化，但由于树脂类及玻璃离子类牙色材料在理化性能上的不足，目前尚无法完全代替银汞合金在后牙修复中的地位。

三、银汞合金修复术

1. 银汞合金修复术通常被用于后牙承受咀嚼力部位牙体缺损的修复。按照 G. V. Black 的经典分类，银汞合金适用于Ⅰ、Ⅱ类洞形的修复及有后牙牙尖缺失修复的复杂充填。由于传统银汞合金不具有对牙体组织的粘接性，且其颜色为金属色，故其不适用于前牙的修复。

2. 银汞合金修复洞形的制备原则是去除龋坏组织，外形线建立在健康牙体组织上，外形圆缓，避让牙尖牙嵴，在洞形制备时同样要注意保护牙髓组织的健康，修复后要能恢复功能，不损伤牙周组织。最新治疗技术不赞成再做预防性扩展，即将龋坏周围深的窝沟点隙包括在洞形内，而是保留未发生龋坏的窝沟点隙，对其进行窝沟封闭，仅需对已发生龋坏的牙体结构进行治疗即可。

银汞合金修复的洞形对抗力形和固位形的要求很高。在正常咀嚼力的作用下牙体组织和银汞合金修复体不发生折裂、变形及正常咀嚼运动中保证修复体不发生脱落、移位的洞形，这是银汞合金修复洞形的最基本的要求。

要保证抗力形结构最基本的是银汞合金修复体必须有一定的厚度，后牙𬌗面至少有 1.5~2mm 的厚度，同一牙面上两个银汞合金修复体间至少要有 1mm 的健康牙体组织。银汞合金的Ⅰ类修复洞形应该是标准的盒状洞形，底平壁直，洞底在健康的牙本质上，洞缘一般要求为直角。

Ⅱ类洞未破坏触点的可制成𬌗方的盒状洞形、颊舌面的箱状洞形；接触点已破坏的可制成邻𬌗洞或进行隧道洞形制备，即不破坏边缘嵴而从𬌗面至邻面形成隧道样洞形。邻𬌗洞在制备洞形时尤应注意保存健康的牙体组织。轴壁髓壁构成的梯阶结构即是保存牙体组织，保证承受咀嚼压力时牙体组织不发生折裂的重要因素。

髓壁与龈壁的制备对分散𬌗力，增强抗力形起到了一定的作用，要求龈壁有一定的宽度，与牙体长轴垂直，髓壁与龈壁平行。下颌第一前磨牙由于颊尖高锐而舌尖非常小，𬌗平面为颊高舌低的平面，与牙体长轴垂直的髓壁同样为颊高舌低，而龈壁却须制备为水平平面。抗力形制备中去除龋坏组织邻近牙尖显得过高过陡时，应降低其高度。在降低高度时，应注意处理后的牙尖保持原有外形而非变成平面。在降低高度前，可以邻近牙的牙尖为参照，若无邻牙，则可以其牙周标志作为对照。

由于银汞合金修复体与牙体组织间无化学性结合，故在承受各个方向的咀嚼力时应能保持在洞形内不发生移位、脱落、翘动，固位形的制备尤为重要。Ⅰ类洞应保证银汞合金修复洞形底平壁直，侧壁互相平行或向𬌗方有一定的聚合度。Ⅱ类洞主要采用鸠尾固位。Ⅱ类洞𬌗面鸠尾固位的尾部膨大，最狭窄部鸠尾峡的扣锁作用起到防止修复体向邻面脱出，鸠尾峡的宽度和位置是决定其固位力的重要因素，通常定义为鸠尾峡在髓壁𬌗方、轴髓线角内侧、宽度为颊舌尖间距的 1/3~1/4。此外，倒凹和固位沟也是重要的固位形，倒凹是指在侧髓线角处平齐洞底向侧壁方向凹入的结构，固位沟则是连续凹入的沟状结构，通常在牙本质内距釉牙本质界 0.25~0.5mm 的位置，与相应的牙体外形或釉牙本质界平行（图 8-4）。对于固位形差的洞形，倒凹和固位沟是有益的补充。譬如

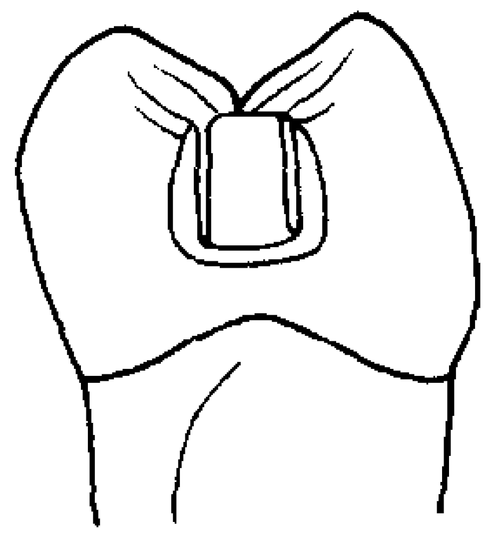


图 8-4　固位沟

𬌗面边缘嵴处的龋坏，为保存更多的健康牙体组织，可不必制成鸠尾固位形，在洞形的颊轴、舌轴线角处备固位沟即可获得足够的固位力。对于涉及邻面或颊舌面的洞形，在保证底平壁直的盒状洞形外，梯形固位形也是常用的固位形之一，梯形固位形即是利用梯形底大于开口的限制作用起到防止修复体向梯形开口方向脱出的作用。

3. 洞形制备完成后，对洞形进行检查，包括外形是否合理、牙髓组织的状况，固位形和抗力形是否合适，可使用橡皮障或消毒棉卷和棉条严密隔湿，同时配合吸唾器使术区不受唾液的流入而污染。

为了将银汞合金限制在洞内，以使加压充填成为可能，银汞合金的修复洞形需要一个盒状的洞形——有限制性的壁和底。对仅在一个牙面上的Ⅰ类洞而言，其结构本身即满足了这一要求，但对涉及两个或更多牙面的洞形而言，就必需使用成形片包围使之成为盒状。临床上最好使用不锈钢薄片制成的成形片，就位后要求成形片能保持形状并能承受一定的充填压力不变形（具体见第 21 章）。充填前利用成形片和成形夹固定形成人工假壁，一方面是利于加压充填银汞合金，同时也可有效防止银汞合金充填时向牙周溢出，避免形成悬突，刺激牙周组织。

邻面牙体缺损的Ⅱ类洞，因为邻牙的支持使成形片的使用非常方便，但对于牙体缺损范围较大，邻牙不能起到很好支撑作用时，这就需要辅助手段，其中很方便的一种即是使用塑形复合体（modeling compound）。它是一种带内核、加热可变软、冷却可变硬、对牙体组织和成形片有粘接性的物质。使用前先在酒精灯上烤软，然后在湿润的带橡皮手套的手指的辅助下放在需要加强支持作用的部位，还可以与邻牙牙面粘在一起，若跨度很大，还可使用钢丝等弯制成 U 形夹子夹持在两端的复合物之间起加强作用。然后用气枪吹冷成形，用加热的金属器械在成形片内侧进行再成形，将超出成形片𬌗方的部分去除，否则在加压充填时可能发生碎裂进入银汞合金中，影响后者的固化，从而使附加的塑形复合物和成形片一起为银汞合金充填提供最佳的支撑作用。

4. 洞形经清洗、消毒、干燥后，可进行充填。银汞合金充填前在洞内涂布洞漆可减少继发龋的发生率，通常使用的洞漆材料是树脂类洞漆材料。临床上银汞合金多在机器内自动搅拌均匀完成银汞合金的研磨，而不需进行人工研磨。充填时，应遵循少量、层层加压、先点线角的原则。充填的过程即是银汞合金进入洞内并与牙体组织紧密贴合的过程，一般使用银汞合金充填器进行。在加压时使银汞合金内多余的汞被挤出，并使掺和进去的空气被排出，这样更有利于汞合作用的完成，从而增强修复体的强度及机械性能。对Ⅱ类洞的侧方洞形的充填，需遵循侧方加压、层层压紧的原则。对于锉屑型和混合型银汞合金而言，一般要求充填压力为 2~5kg，而球型银汞合金的压力可稍小，因为过大的压力会将流动性更好的球型银汞合金的颗粒向侧方推挤而离开银汞合金团块。在洞形较大时，更应注意层层加压的原则，一般认为 1mm 是能进行充分加压的厚度值，在加压时除了考虑垂直向外，还应兼顾水平向及侧向，才能保证银汞合金修复体与洞形的三维密合。

5. 充填完成后，应及时进行雕刻前抛光，使用卵圆形的锄光器在近远中和颊舌向动作，去除多余的银汞合金并在边缘处进一步压实银汞合金修复体。此后则应根据牙体

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

的解剖形态和邻接关系进行雕刻。通常可使用有刃、边缘锋利的器械，有专门的雕刻器械可供使用，也可用挖器、锄形器进行雕刻。银汞合金的雕刻应按照解剖外形进行，形成较理想的牙体外形及突度，但不应形成过深的窝沟，修复体与牙体组织交界处也不应出现菲薄或羽状边缘。银汞合金的雕刻应在去除成形片和橡皮障之前进行，在银汞合金尚未完全硬固前为宜，一般采用短距离的推或拉动作，但注意方向应是从牙体组织向修复体进行。在修整邻𬌗洞的边缘嵴处时，应注意参照邻牙的边缘嵴高度，并形成外展隙。然后，进行咬𬌗的检查和调整，以防出现咬𬌗高点，应注意去除正中𬌗、侧方𬌗及前伸𬌗的早接触点。一般咬𬌗的调整可分为两步，即充填完毕后即刻和充填的第二日。之后进行的抛光被称作雕刻后抛光，以保证银汞合金修复体表面的光滑，提高银汞合金修复体的抗腐蚀性，延长使用寿命。

四、粘接性银汞合金

由于粘接性牙色材料的出现，银汞合金的使用正受到挑战，但将牙体粘接技术的边缘封闭性能与银汞合金的物理性能结合起来无疑使银汞合金修复术获得了新的活力。粘接性银汞合金修复术即是在银汞合金充填前，在洞形内涂布化学固化/化学固化+光固化的树脂材料，在树脂材料未固化前将银汞合金充入，利用树脂材料对牙体组织的粘接性，以及树脂材料和银汞合金间的机械嵌合作用起到加强固位力的作用，其中树脂材料与银汞合金间可产生 8MPa 的粘接力。粘接性银汞合金在修复时存在两个界面：粘接剂-牙体界面和粘接剂-银汞合金间界面。前者主要是粘接剂的树脂成分与牙体组织发生粘接；后者主要是粘接剂与银汞合金间形成的微机械嵌合作用。

与常规银汞合金充填不同的是，粘接性银汞合金充填的洞形对固位形的要求较低，采用较保守备洞的原则。同时在使用成形片系统时，应防止树脂材料与成形片粘结在一起，简单有效的方法即是在成形片朝向洞形的一面涂上蜡或油剂起隔离作用。充填时的要点即是在树脂类材料硬固前将银汞合金充入，并使银汞合金与各洞壁涂布的树脂类粘接剂充分接触，其后的银汞合金的充入则须遵循常规银汞合金充填的原则。

由于银汞合金修复体与牙体间树脂类材料的存在，显著的减少了修复体与牙体间微隙漏的产生，而且树脂类材料的水不溶性使这种封闭效果持久；此外树脂类材料还能封闭牙本质小管，可减少充填术后患牙的敏感症状；随着含氟材料的使用，使患牙局部有缓释性的氟源，从而对防止继发龋的发生起到了积极的作用。

粘接性银汞合金由于其突出的优点已被用于临床，有报道指出粘接性银汞合金在修复牙尖缺损时可获得与钉洞固位复杂银汞合金修复相似的效果，认为它既可减少健康牙体组织的过多磨除，又可获得较好的固位力，且保持了银汞合金在后牙修复中的特点——物理机械性能好。但粘接剂同样存在降解的问题，有研究表明 4-META 类的粘接剂可因与其相接的牙本质胶原的水解而发生降解，从而使它与牙体间的粘接力减弱，导致整个修复体与牙体间结合力下降，而口腔内的温度和湿度也将加速降解的过程而影响粘接性银汞合金的使用寿命。另外，对于粘接性银汞合金远期效果的观察还不如常规银汞合金者完善，因此现在并不能用粘接性银汞合金完全取代有远期疗效保证的常规银汞合金。

五、银汞合金的中毒及防护

银汞合金中汞的存在，使银汞合金在牙体修复中的使用一度受到质疑，有报道汞可引起肾脏功能损伤、免疫力下降、神经毒性等毒副作用，但直到目前为止，尚无科学实验证明牙体修复中银汞合金的使用与所报道的毒副作用间有直接的因果关系。银汞合金修复体可因修复体的放入、修正外形、抛光、去除、咀嚼、刷牙及银汞合金本身的腐蚀而释放汞，但仅为痕量（1~27μg/ml），尚不足以引发亚临床性的毒性作用，且口腔内银汞合金修复体的汞释放并不是人体内汞的主要来源，食物及空气才是主要来源。还有学者提出母亲怀孕期间进行银汞合金充填可通过脐血、羊水、奶水传递至胎儿或婴儿，并影响其发育，但这也并未得到科学实验的证实，饮食中的汞含量较之汞修复体的痕量释放显得更重要。因此就此认为银汞合金修复体的使用对人体有害的说法是不科学的。另有研究指出，银汞合金的副反应在某种程度上来说具有心理因素的作用。但在人群中确实存在对银汞合金过敏的个例，主要表现为局部粘膜的扁平苔藓样反应及皮肤的红斑样反应，但这种变态反应仅局限在银汞合金修复体的相邻区域，对全身无明显的影响，而且在去除相对的银汞合金修复体后症状即得以解除，而不需特殊的治疗。而且值得一提的是，对银汞合金的过敏反应并不全是对汞的反应，还有一定比例的患者是对银汞合金中的其他成分发生的变态反应。

从公共卫生的角度应加强银汞合金污染的防护，汞蒸气在诊室的存在需高度重视。目前口腔临床上银汞合金的调拌已实现自动化、封闭化，汞蒸气的污染已降到最低，其危害程度也有所减轻。

由于银汞合金的调拌已自动化，在银汞合金的修复术中更应注意的是多余银汞合金材料的处理，以及有效的隔湿防止患者误吞银汞合金。另外，诊室内对汞的防护不应松懈，应设立专门的银汞合金操作区，其调拌、多余汞的回收应集中进行。有条件的可对长期接触银汞合金的医护人员进行定期检测，防患于未然。

第二节　牙色材料及修复

一、牙色材料的分类及性能

理想的牙色修复材料要求材料有较好的物理性能，生物相容性，同牙体组织的颜色相近，且同牙体组织有粘接性，以及在口腔环境的稳定性。

随着材料科学的进步，牙色材料得到了极大的发展和不断的改进，得以在临床上广泛应用，修复牙科也进入粘接牙科和美容牙科的时代。目前，现代牙色材料主要包括复合树脂、玻璃离子粘固剂、复合体。

（一）复合树脂

复合树脂（composite resin）是在丙烯酸酯基础上发展起来的一种高分子修复材料，主要由树脂基质，无机材料和引发体系组合而成。自 1962 年 Bowen 提出至今，复合树脂的性能不断得到改进，特别是粘接技术的应用发展，复合树脂在牙体修复中得到了更为广泛的应用，是目前较为理想的牙色修复材料。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

1. 组成 复合树脂主要由树脂基质、无机填料、稀释剂组成，还有少量的引发剂、还原剂、偶联剂、阻聚剂，以及着色剂。树脂基质由有机质聚合复合树脂大分子组成，有一环氧树脂骨架和甲基丙烯酸酯反应基团，形成一连续相将复合树脂各组份粘合在一起，成为一具有可塑性、固化特性和强度的整体。最常用的树脂基质是双酚 A 双甲基丙烯酸缩水甘油酯（Bis-GMA）和氨基甲酸酯双甲基丙烯酸（UDMA）。无机填料是决定复合树脂临床使用的主要因素，赋予树脂良好的物理机械性能，影响材料的抗压、耐磨性，聚合收缩性，热膨胀性和色泽透光性。常用的无机填料有石英、玻璃粉、瓷粉等。树脂基质、稀释剂、填料是决定树脂性能的主要因素。

2. 分类 按无机填料粒度复合树脂可分为大颗粒型（macrofill resin composite）：填料粒度 10~100μm，重量分数为 70%~80%，此类材料为早期产品，机械物理性能较好，但表面抛光性较差。超微填料型（microfill resin composite）：20 世纪 70 年代后期产品，填料粒度为 0.01~0.1μm，重量分数在 35%~50%。色泽抛光度较好，但机械物理性能较差。混合型复合树脂（hybrid resin composite）是将大颗粒与小颗粒填料混合在一起，小颗粒填补了大颗粒之间的空隙，填料粒度为 0.04~4μm，重量分数为 70%~80%，其增加了复合树脂耐磨性及透光度，但抛光度比超微树脂差。

按固化方式，复合树脂分为化学固化型、光固化型。目前应用最为广泛的是光固化型，有紫外光和可见光固化两种。可见光固化是目前使用最多的固化方式，采用的是波长为 460~480nm 的蓝光，固化时间短，为 20~30 秒，固化深度达 2~5mm。

按使用部位复合树脂分为前牙型、后牙型，前后牙通用型。前牙型复合树脂材料的色泽和抛光性好；后牙型则在于增强复合树脂的机械强度和耐磨性。

按剂型复合树脂分为单糊剂、双糊剂、粉液型复合树脂。其剂型的改变最终是为了使复合树脂分散相和连续相具有良好的结合，以较好体现树脂的机械性能，使单体遗留尽可能减少。

3. 性能 影响复合树脂材料性能的因素主要是无机填料的比例及粒度。无机填料的增多提高了材料的机械物理性能，但抛光性能降低，美观效果也降低。从大颗粒复合树脂发展到微颗粒、混合型复合树脂，其目的是为了获得机械物理性能和美观效果最佳结合的材料。

评价复合树脂性能主要包括物理性能、化学性能、机械性能、生物学性能及操作性能等方面（表 8-1）。

（二）玻璃离子粘固剂

玻璃离子粘固剂（glass-ionomer cements，GIC）是 70 年代由 Kent 和 Wilson 综合硅酸盐和聚羧酸锌粘固剂技术发展而来，该材料由离子交联的聚合物基质以及包裹其中的玻璃填料微粒组成，既保留了聚羧酸锌粘固剂的粘接性好、刺激性小的优点，又通过加入铝硅酸玻璃粉改进了其机械强度低，色泽不美观的缺点。近 30 年来，玻璃离子粘固剂已有很大的改进和发展，由于其良好的生物相容性和粘接性，以及不断改进的操作性能，越来越受到人们的关注。

1. 组成 传统的玻璃离子粘固剂由粉、液两部分组成，粉剂主要由铝硅酸玻璃粘固粉和氟化钙组成，液剂主要由聚丙烯酸水溶液组成（浓度约为 50%），加入衣康酸可优化其性能，另外，还含有少量酒石酸（5%左右），以加快粘固粉凝固速度。

表 8-1 复合树脂材料性能

性　能	大颗粒型	超微填料型	混合型
无机填料（wt%）	70~80	35~50	70~80
物理性能			
热膨胀系数（ppm/℃）	25~35	40~70	23~33
化学性能			
聚合收缩（%）	0.5~1.4	0.5~1.7	0.5
吸水性（1wk,mg/cm²）	0.5~0.7	1.4~1.7	0.5~0.7
机械性能			
强度（knoop）	55	25~30	50~60
弹性模量（MPa）	7000~16000	3500~13796	15169
抗压强度（MPa）	210~310	172~280	270~329
径向热膨胀强度（MPa）	35~55	30~44.1	50~62.1
生物学性能	牙髓刺激	牙髓刺激	牙髓刺激

2. 分类　玻璃离子粘固剂发展经历了四代：①传统型：为第一代产品，单纯由铝硅酸玻璃与聚丙烯酸组成，耐磨性差，强度低而易脆，操作性能差，现已很少使用。②金属改良型：在传统型玻璃离子粘固剂液剂中加入可与聚丙烯酸发生共聚作用的马来酸、衣康酸，增加液剂的稳定性和改良粉液混合反应；在减少粉剂微粒大小的同时，加入银-锡微粒（银汞合金粉）来提高玻璃离子粘固剂的机械强度，此型玻璃离子粘固剂在 80 年代发展而来，称为“奇异的混合物”，原认为可以作为银汞合金的替代物，但银-锡微粒与聚丙烯酸基质之间缺乏粘结性，机械性能仍远不如银汞合金，为了克服这一缺点，80 年代中期，在粉剂中又加入银-钯合金微粒，称为金属烤瓷玻璃离子粘固剂。银钯合金粉的表面缓慢氧化后能形成与聚丙烯酸发生螯合的氧化钯膜，大大提高了玻璃离子的机械性能，但美观性差，一般仅作为牙体修复材料、垫底材料、冠核修复材料。③光固化型：在液剂中加入甲基丙烯酸酯β羟乙酯（HEMA），以及醌类光引发剂，光固化型玻璃离子粘固剂的操作性能大大提高，一方面临床操作时间长，便于操作，同时凝固时间缩短，提高凝固率，克服了材料固化不全导致溶解度高的特点，微漏明显降低。此外，光照后材料迅速聚合，pH 很快升高，减小对牙髓的刺激性。此型一般作为洞衬剂和垫底材料。④树脂改良型玻璃离子粘固剂，又称混合型玻璃离子粘固剂（resin-modified glass-ionomer cement，RGC）；此型玻璃离子粘固剂是 90 年代将甲基丙烯酸甲酯树脂技术引入传统玻璃离子粘固剂，保留了传统玻璃离子粘固剂的优点，同时机械性能、操作性、美观性均有提高，粉剂中除含有原有的铝硅酸玻璃粉外，还加入部分 HEMA 及具有丙烯酸官能基团的单体，以及树脂、树脂填料等，同时在液剂中加入光导引发剂以及 HEMA，形成 HEMA —水混合物，此型既保留了光固化型的优点，且机械性能、美观性、光泽度、粘接性均有提高，可作为修复材料，冠核修复材料。RGC 有三种固化现象：传统玻璃离子的酸碱反应，复合树脂的光固化与自身固化，可以保证材料的充分固化，尤其是光源不易到达的部位。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

3. 性能 玻璃离子粘固剂的生物相容性好，对牙髓刺激性小。在固化的初期，粉液混合物的 pH 值低，且离子浓度高，对牙髓有一定的刺激，因此在剩余牙本质层厚度不足 0.5mm 时，仍需利用洞衬剂保护牙髓。由于其机械性能、抗压强度、抗张强度、硬度及耐磨性低于复合树脂，不用于承担咬𬌗的部位。此外，GIC 系不良导体，热膨胀系数与牙齿组织接近，边缘密封性良好，与牙齿硬组织发生化学粘结，表面的残余羧基与牙齿表面的钙形成配位健而粘固于牙齿上，但玻璃离子粘固剂修复中仍需机械固位。含金属的玻璃离子粘固剂与牙的颜色一致，但其光泽和透明性较复合树脂差，所以美齿效果逊于复合树脂，但树脂改良型玻璃离子粘固剂色泽有所改善。一经固化性能稳定，不溶于唾液。

（三）复合体

复合体（compomer）是 20 世纪 90 年代中期开发的一种新型牙色材料，由复合树脂与玻璃离子组合而成。复合体将玻璃离子与复合树脂技术有机结合起来，既保留玻璃离子与牙齿组织的粘接与释氟性能，又具有复合树脂的物理机械和临床操作性能。

1. 组成 复合体是多酸改性复合树脂，组成中除含有复合树脂和玻璃离子粘固剂的重要成分外，树脂中还含有带羧基的酸性可聚合单体，既可与含末端烯键的多官能单体聚合，也可与活性的碱性玻璃离子粉产生酸碱反应。处理液中除酸性物质外，还含有亲水性粘接功能单体以及耦联剂，与釉质、牙本质均具有粘接性。固化方式主要为光固化型，还有光和化学固化的双重固化型。

2. 性能 复合体相对于玻璃离子粘固剂具有更高的机械强度和耐磨性能，材料通过自由基聚合反应固化，不能与牙体组织粘接，但操作性能优于玻璃离子。相对于复合树脂，复合体承袭了玻璃离子粘固剂生物相容性好、对牙髓刺激性小、能够释放氟离子的优点，但在粘接强度、耐磨性以及抛光性方面不如复合树脂。

二、牙色材料的临床应用

（一）牙色材料的特点

临床上常用的牙色材料主要有复合树脂、玻璃离子粘固剂、复合体。复合树脂以物理机械性能优越，颜色选择范围宽，操作性能好，工作时间充裕取胜，但其与牙体组织缺乏粘接，必须采用粘接技术。复合树脂固化收缩可导致微渗漏和继发龋产生，且具有材料充填后牙的敏感性问题。玻璃离子粘固剂具有生物相容性好，与牙体组织有较强的化学粘接力，可释放氟的优点；为了改善玻璃离子粘固剂的机械物理性能和操作性能，在现有的玻璃离子体中加入树脂改良，R-GC 在分类上仍属于玻璃离子粘固剂。复合体在性能上更接近于复合树脂，以操作简便取胜，可释放氟，具有较好的生物相容性，专用的粘接剂——自身酸蚀底胶使复合体的粘接结强度增加，并可减少微渗漏，但其粘接强度和机械强度不如复合树脂。

（二）牙色材料的选择

临床上可以根据牙齿的位置、修复的部位、材料的性质、病人对美观的要求等选择恰当的牙色材料。复合体主要用于对美观效果影响不大的前牙邻面洞，牙颈部牙体缺损的修复，也适用于乳牙的修复。玻璃离子粘固剂主要用于不承担咀嚼压力的洞形及乳牙各类洞的修复，也可用于衬洞和垫底材料，以及牙科专用粘接剂等。复合树脂是目前应

用最为广泛的牙色材料，其主要用于前后牙牙体缺损，前牙的美齿修复，牙体严重缺损的桩核修复。

在牙色材料的使用中，操作区域的干燥非常重要的。血液、唾液、龈沟液将直接影响的牙色材料的固化和性能。在后牙邻面、龈下、颈缘等不易隔湿的部位，操作不当将直接导致修复失败。此外，在材料不易到达的邻面、远中面等部位，选用牙色材料也容易使材料输送不到位，造成假补，最终导致修复体的松动、脱落。

三、牙体硬组织的粘接

19世纪末，GV Black 创建了科学化、规范化的修复体系，强调修复体固位主要以机械固位的传统方式。1955 年，Buonocore 首次采用酸处理牙面，促进树脂和牙面的粘接，提高修复体的稳固性，由此开创了牙科实践的巨大变革。随着现代牙色材料的发展，修复概念已经发生转变。保留更多的牙体组织的粘接技术得到了广泛的应用推广。口腔医学进入了“粘接牙科学（adhesive dentistry）”的时代。

粘接是指两个同种或异种固体物质，与介于两者表面间的第三种物质作用而产生牢固结合的现象。利用粘接剂的粘接力使固体表面连接的方法称为粘接技术，在牙体修复中，粘接发生于牙体硬组织与修复材料之间，如复合树脂、银汞合金，本节主要讨论复合树脂的粘接机制。

（一）粘接的生物学基础

1. 牙釉质的结构特性　釉质是高度钙化的组织，无机物约占 96%~97%，少量有机物和水，无机物主要以羟磷灰石的形成存在，化学结构式为 $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$。羟磷灰石晶体是釉质无机盐基本的结构形式，不溶于水，可溶于酸，其分子中的氢氧离子可被氟离子所取代，生成难溶于酸的氟磷灰石。

处在口腔环境中的牙釉质表面被许多沉积物所覆盖，主要包括唾液获得性膜、牙菌斑、软垢、牙石等，其表面性质为非极性和疏水性，表面能为 $38\times10^{-3}J/m^2$，这将影响牙釉质的粘接。

2. 牙本质的结构特性　牙本质的化学组成类似于骨组织。主要化学成分是矿物质，无机物为 70%，有机物和水为 30%。有机成分的 90%是胶原纤维，其中主要是 I 型胶原，结构和性能对牙本质粘接有着重要影响。矿物质构成以羟磷灰石为主，但其矿化程度和体积均小于釉质的羟磷灰石晶体。

牙本质主要由牙本质小管、成牙本质细胞突起和细胞间质构成。牙本质小管贯通整个牙本质层，从牙髓向釉牙本质界面呈放射状排列。牙本质小管靠近牙髓的一端较粗，越接近牙的表面，牙本质小管越细，且排列越稀疏。

牙本质小管作为毛细血管构成虹吸作用系统。牙本质暴露时其表面液体很快丧失，损失的液体中通过这种沿小管的毛细作用所引起的液体流动而得到补偿。这种液体流动的最大速度可达 2~4mm/s，每日流量约为 0.6μl/mm²。在暴露的牙本质表面，用各种刺激可引起小管内液体向外或向内流动。例如，用空气吹风蒸发除去牙本质暴露面的液体，用高渗溶液或吸收性物质，以及用冷刺激使表面脱水，均可引起液体向外流动；而采用热刺激，即用一种热的液体可产生向内、向牙髓的流动。这种通过小管向牙本质表面流动的液体，对形成稳固的粘接极为不利。当对粘接面进行干燥处理时，尽管暂时除

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

去了牙面吸附的水层，但从小管内渗出的液体又使表面变得潮湿，故有牙本质开口的牙面实际上无法完全干燥。

牙本质中靠近釉质和牙骨质的胶原纤维较粗大，且与牙本质表面垂直，此处的牙本质称为罩牙本质。牙本质中靠近髓腔的胶原原纤维较细小，与牙本质小管呈垂直方向，此处的牙本质称为髓周牙本质。围绕牙本质小管周围的间质，其钙化程度比其余的间质高，且基本上不含胶原原纤维，当用常规脱钙方法处理时，该处结构消失，这部分间质构成了牙本质小管的壁，一般称为管周牙本质，其余部分间质则称为管间牙本质，其中的无机物含量较少，而胶原蛋白的含量较高。在管间牙本质中，胶原纤维结合成致密的束，呈格子状排列。

因磨损、酸蚀、龋病等造成牙本质暴露时，成牙本质细胞受到不同程度的损伤，受伤的和新分化的成牙本质细胞立即产生防御性反应，并在与损伤处相对应的髓腔壁上形成新的牙本质以保护牙髓，这种新形成的牙本质称为修复性牙本质。牙本质受外界刺激时，除形成上述的修复性牙本质外，还可使牙本质小管内的细胞发生变性，并很快出现钙盐沉积而封闭小管，以阻止外界刺激传入牙髓。这种反应性钙化的牙本质称为透明牙本质。在牙本质小管继续暴露后，小管内的成牙本质细胞逐渐产生变性、分解，小管内充满空气，这部分牙本质呈黑色，称为死区。

清洁的牙本质表面，理论上是由管间牙本质、管周牙本质、胶原纤维和牙本质小管所构成，同时还有毛细作用产生的、沿牙本质小管向外渗出的液体。临床制备牙本质粘接面时，使用器械切削牙本质的过程中会产生含有机物和大量无机物的表面层，称为玷污层或涂层。牙本质切削时产生局部高热，其表面温度可上升至600℃（有水冷却时温度稍低），这种小范围内的高温，使牙本质表面的化学和物理特性发生改变，即产生玷污层。

玷污层的性质与机械切割有关，其厚度视采用干切削或湿切削，以及窝洞的大小、形状和所用器械的类型而异。通常玷污层的厚度为0.5~15μm，临床制备牙体时，一般产生1~5μm的玷污层。一般说来，无喷水的切削比有大量喷射的切削形成的玷污层更厚更粗糙，粗糙的金刚钻比碳钢裂钻产生的玷污层更厚更粗糙，而低速或高速牙钻形成的玷污层的厚度相近。

近年的研究表明，玷污层是一种无序的牙本质，是切削所产生的能量使牙本质中羟磷灰石晶体和胶原纤维的高度有序结构遭到破坏后形成的结构无序的表面层，它仍然粘附在下层的牙本质上，同时能提供足够稳定的界面状态与粘接剂结合，是一种具有特殊作用的结构层。

玷污层以相对薄的厚度覆盖在牙本质表面以及填塞在牙本质小管内。尽管分子大小不同的物质均能穿透玷污层，但此时牙本质小管中向外渗出的液体流量和流速均减小。若用可与羟磷灰石反应而溶解的试剂如络合试剂，则可除去牙本质表面以及进入牙本质小管的玷污层。此时，牙本质小管开口因液体流动引起的牙本质渗透性增加25~36倍，同时也暴露出新鲜的、结构有序的牙本质表面。

3. 牙骨质的结构特性　牙骨质中无机物的含量低于牙本质，约为45%~50%，有机物和水的为50%~55%。无机物主要是羟磷灰石，有机物主要由胶原蛋白和粘多糖组成。牙骨质中虽有细胞，但无神经和血管。正常情况下，所有功能性牙根面的牙骨质总要发

生缓慢的吸收和修复过程。

牙本质和牙骨质紧密结合，形成一光滑的牙本质牙骨质界。牙根部的牙骨质表面被牙周膜所覆盖，并有来自于牙周膜的纤维结合于表面。牙颈部的牙骨质表面则被牙龈覆盖，当牙龈萎缩，牙颈部暴露时，此处的牙骨质随之暴露。游离龈与牙表面之间的龈沟中，常有细菌、食物碎屑及其分解产物，还被从龈组织不断分泌的龈沟液所充满。此外，暴露的颈部或根部牙骨质表面还附着了菌斑和牙石。

（二）牙釉质粘接的表面处理

复合树脂和牙釉质的粘接是通过酸蚀技术来实现的。酸蚀技术是通过酸蚀刻釉质表层，获得树脂修复体的微机械固位，从而增强复合树脂与牙釉质粘接强度的方法。目前，该技术已成为各类修复材料与釉质粘接必不可少的常规处理步骤。

1. 酸蚀的作用　牙釉质中含有大量的磷灰石，磷酸处理时，表面的磷灰石可生成溶于水的磷酸二氢钙而被溶解。同时，吸附于牙面的各种菌斑、软垢以及食物残渣也随之除去，从而暴露出清洁的新鲜表面层。而且，由于处理后的牙面上部分羟基和氨基可产生定向排列，使表面呈现出极性。经过这样的处理，牙釉质的表面能得以提高，有利于粘接剂的润湿和渗透。

对牙釉质进行酸处理时，表现为无机物的溶解脱钙。由于釉质化学结构和组织结构的差异，釉柱和柱间质表现出不同程度的脱矿，主要涉及釉柱中心的溶解、釉柱周围的溶解或釉柱和釉柱周围的脱矿，结果形成凹凸不平的粗糙面，提高了机械嵌合力。

2. 酸蚀粘接机制　牙釉质的这种极性粗糙面，增强了粘接剂的润湿效果，促使粘接剂渗入到牙面的细微结构之中，在增大的表面积内加强了新鲜牙质与粘接剂的相互作用。当粘接剂固化时，粘接界面即可产生相当可观的机械嵌合力。通过扫描电镜可观察到固化后的粘接剂可大面积渗透到脱钙的釉柱间质区，粘接界面的釉质侧可见无数的细微突起，通常称为树脂突。这些树脂突与釉质之间形成机械抛锚式结合构成了牙釉质与材料最主要的结合力。

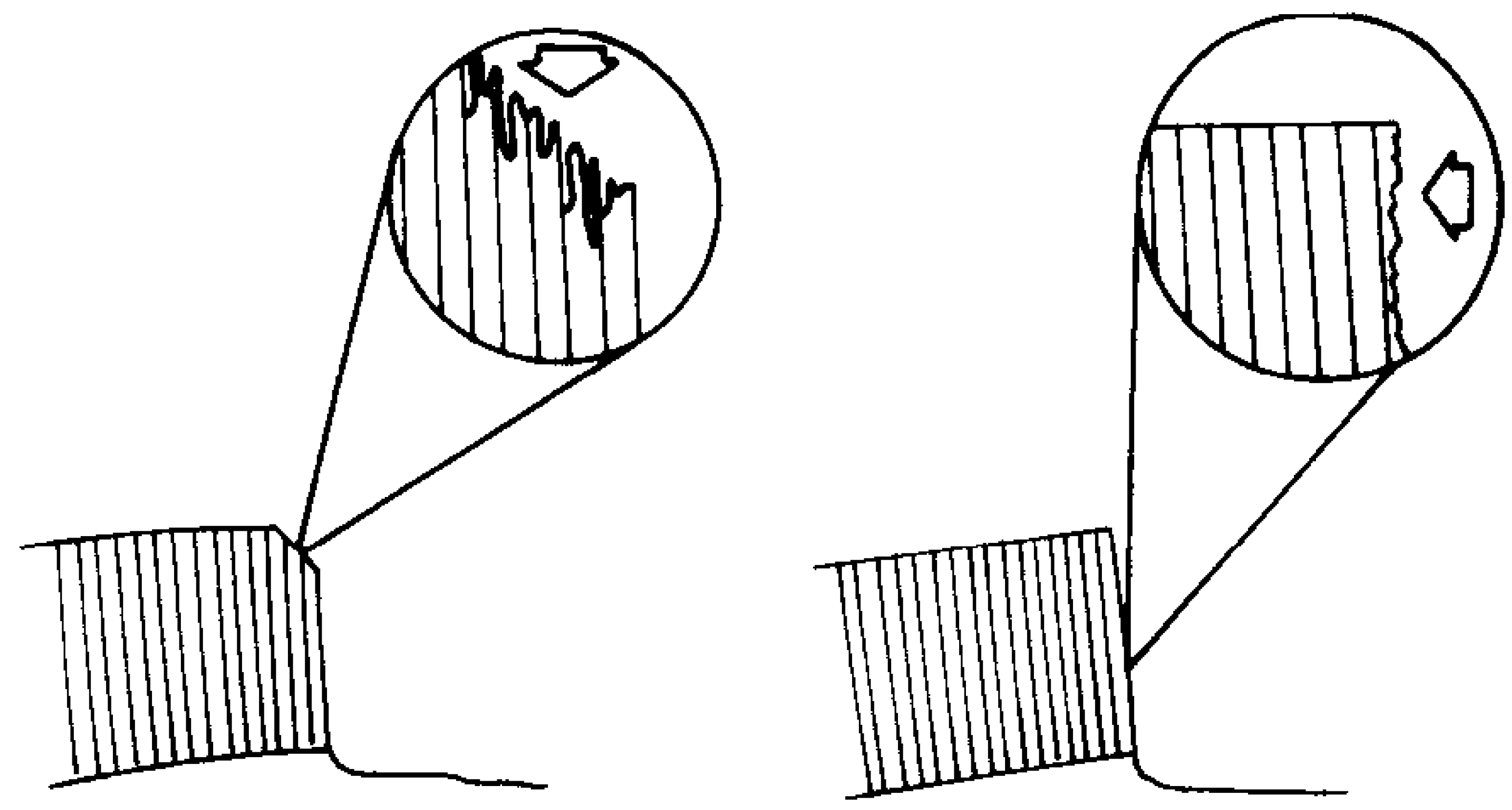
3. 酸蚀对牙釉质的影响　酸蚀处理牙釉质表面，人为造成牙齿表面的脱钙，增加粘接效果。经过多年的研究和应用，人们已对牙釉质的脱钙深度和酸蚀后牙面的再矿化有了深入的认识。由于脱钙深度通常为20~50μm，仅是釉质厚度的1/30~1/100，对牙釉质不会产生永久性破坏，脱钙区大约在1个月内均能再矿化，脱钙的牙釉质表面经日常刷牙的磨损，仍可恢复到原有状态。因此，这种酸蚀对牙釉质的影响是属允许范围内的。

4. 影响牙釉质酸蚀的因素　有许多因素要影响牙釉质的酸蚀，如：酸的种类和浓度，酸蚀时间，酸蚀处理釉柱方向等。牙釉质的脱矿程度随酸的不同种类和浓度而异。常使用30%~50%的磷酸。有溶液和凝胶两种类型。前者价廉，易于清洁，但流动性大，易累及软组织；后者流动性小，酸蚀部位易于控制，但价格昂贵。磷酸的脱矿较均匀，可为粘接剂提供较强的机械固位。

为获得良好的粘接，要求牙釉质有适当的脱矿深度。深度太小，脱矿不足，深度太大，则表面过度脱矿，使羟磷灰石生成不溶性的磷酸氢钙，表面粗糙度反而减小。所以，目前认为30%~50%的磷酸处理釉质30~40秒是较为适宜的釉质处理方法。

酸蚀面与釉柱方向垂直，使釉柱末端暴露，此时形成的树脂突长；酸蚀面与釉柱方向平行者，则酸蚀效果差（图8-5）。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取



a　　　　b

图 8-5　不同酸蚀方向

a. 与釉柱方向平行　b. 与釉柱方向垂直

（三）牙本质、牙骨质粘接的表面处理

牙本质的表面性能和内部结构相当复杂，含有许多的有机成分和水，并有与牙髓相通的牙本质小管，以及从牙本质小管中的向外渗透出的液体。此外，其表面还覆盖有因切削牙本质而产生的玷污层，这些因素均导致对牙本质表面处理的困难。

1. 去除玷污层　在牙本质粘接修复之前，需用处理剂处理牙本质表面，以去除玷污层及其形成的管塞，并使其表层脱矿。一般用弱酸或乙二胺四乙酸（EDTA）处理牙本质表面，去除玷污层，使胶原纤维的微孔支架暴露，从而使管间牙本质的微孔增加，形成一多孔带，内含脱矿后遗留的胶原纤维。常用的牙本质处理剂有 0.5mol/L EDTA、10%磷酸、20%聚丙烯酸、10%马来酸等。

2. 增加牙本质的表面活性　利用底胶的亲水性与所含表面活性单体湿润牙本质表面，并渗入胶原纤维间的微间隙，直达纤维网络层，与随后渗入的粘接树脂共聚。

底胶的作用是粘接促进剂，含有溶于有机溶剂（丙酮或乙醇）的亲水单体，如甲基丙烯酸酯 β 羟乙酯（HEMA）。通过溶液的挥发，置换牙本质表面的胶原网中的水及空气，从而促进单体的渗入。亲水单体对胶原有较高的亲和力，可有效地湿润牙本质，是树脂的良好助渗剂，促进疏水粘接树脂对牙本质润湿。底胶中含有疏水单体，能与粘接剂的树脂共聚。通过底胶处理，使亲水性的牙本质表面变成疏水性，以利于粘接剂有效地润湿和渗入暴露的胶原纤维网中。

3. 暴露于口腔的牙骨质表面常粘附着牙石、细菌、食物残渣和龈沟液等表面污染物，不利于粘接，必须予以除去，以获得清洁干燥的粘接面。

牙骨质层很薄，含有细胞，周围还有牙龈等软组织，故采用酸蚀法或其他化学处理剂进行表面处理存在困难。目前一般都采用机械方法，如先用手术器械作龈下刮治后，再用高压水流冲洗龈沟，以除去龈沟内污物，最后用热空气干燥，即可达到表面处理的目的。

（四）牙体硬组织的粘接修复

1. 牙釉质粘接修复　牙釉质的粘接主要采用酸蚀技术，即通过酸蚀刻牙釉质表层，获得树脂与修复体的微机械固位，树脂突的形成是牙釉质主要的粘接机制。经酸蚀的釉柱、釉间质均有不同程度的脱矿，低粘度的粘结剂树脂通过毛细作用渗入酸蚀后形成的

微孔中并发生聚合，形成树脂突，获得树脂修复体的微机械固位。树脂突有釉柱之间形成的大树脂突和釉柱脱矿后形成的微树脂突（图 8-6）。

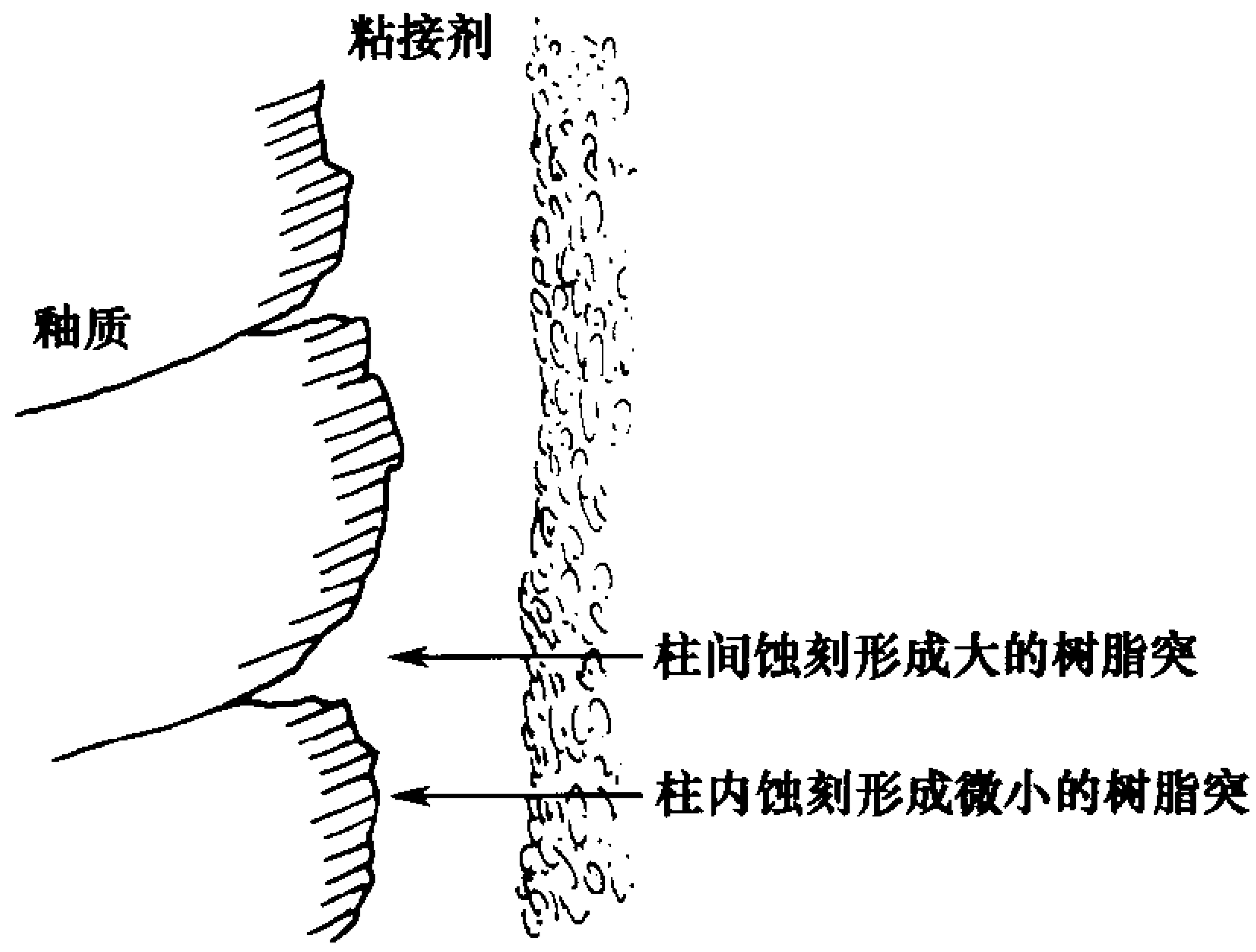


图 8-6 酸蚀粘接机制

为增强复合树脂与釉质的粘接，在牙釉质酸蚀后，先涂布一薄层釉质粘接剂。牙釉质粘接剂多为不含无机填料或少量填料的低粘度树脂，如 Bis-GMA 及其改性物。这些基质树脂是疏水的，不利于在牙面的润湿和铺展，常用低粘度的亲水单体 HEMA 或以双甲基丙烯酸二缩三乙二醇酯（TEG-DMA）稀释，使其易流入釉质酸蚀后形成的微孔中，与釉质形成最佳嵌合。粘接剂中残存的不饱和烯键与修复体树脂的基质发生共聚，产生很强的化学结合。釉质粘接剂作为修复树脂与蚀刻釉质间的中间层，通过粘接剂在釉质微孔中聚合形成的微机械固位和修复树脂基质的共聚作用而增强修复树脂与牙釉质的粘接强度。

牙釉质粘接剂的应用减少了釉质与修复树脂界面的孔隙，而且与牙釉质的粘接力强度能抵抗修复聚合收缩所产生的拉应力。所以，釉质粘接剂能有效防止洞缘与修复体间出现缝隙而致的微渗漏。

2. 牙本质粘接修复　牙本质的粘接主要是粘接剂中的活性基团与牙本质中的钙离子、羟基、氨基和羧基等结合的化学粘接作用。近年来的研究则表明，牙本质粘接的主要机制是粘接体系与牙本质形成的微机械扣锁作用（micromechanical inter-locks）。

为增进对牙本质的粘接，有必要先对牙本质表面进行处理，使非均质、亲水的牙本质表面能有效地被粘接。一般先用处理剂处理牙本质表面，去除玷污层，使管间牙本质脱矿，胶原纤维的微孔支架暴露，形成一多孔带，使牙本质小管开放，涂布底胶；底胶润湿并渗入胶原所形成的胶原纤维间的微孔和牙本质小管中，以利于粘接剂的随后渗入；最后，涂布粘接剂。底胶和粘接剂在原位固化后，即与牙本质胶原纤维形成相互扣锁的混合层，内含有许多微树脂突，与牙本质小管中的大树脂突共同作用而获得与牙本质的牢固粘接。同时，粘接剂中残留的不饱和烯键与修复树脂单体共聚，从而使复合树脂粘接于牙本质。

近年来的研究认为，化学粘接作用的粘接强度低，在牙本质粘接中微机械固位是其主要机制，迄今，牙本质粘接剂已发展到了第五代。第一、二代粘接剂侧重于促进粘接剂与牙本质活性基团的化学结合，多系具有双功能基团的表面活性单体。第三、四代粘

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

结剂主要在于增强粘接剂对亲水牙本质表面的润湿和渗入能力，并与疏水的修复树脂形成稳定结合。此时牙本质粘接体系由处理剂、底胶、 粘接剂三部分组成。为了简化牙本质粘接过程操作的繁琐，第五代粘结剂将底胶和粘接树脂，或者将处理剂和底胶合二为一，从而简化了操作步骤。

3. 牙骨质粘接修复　粘接剂与牙骨质的结合包括了机械嵌合、物理吸附和化学结合三种形式。但由于牙骨质表面形态更复杂，获得适于粘接的表面处理更难进行，同时其表面也吸附有更多的水，故单纯的机械嵌合难以形成对牙骨质的有效粘接，依靠物理吸附力也不能保持长期的有效性，只有在粘接剂与牙骨质之间形成化学结合的情况下，才能获得对牙骨质的牢固粘接。

牙骨质的粘接通常要涉及牙骨质-牙龈，以及牙骨质-牙槽骨两方面的结合。因此，牙骨质粘接剂应该对牙骨质、牙龈、牙槽骨三个被粘接面产生足够的粘接力。由于牙骨质粘接剂的粘接对象是有细胞的硬组织和有血管的软组织，因此它必须具有良好的生物安全性和生物相容性。牙骨质表面和内部有较多的水分，获得干燥的粘接面极为困难，故能在水环境中建立粘接并保持长期稳定的粘接剂将是最佳选择。又因粘接对象同时涉及软硬组织，故低粘度的液态粘接剂较为合适。此外，这种结合还必须达到良好的边缘封闭性。

从化学角度，牙骨质粘接剂应与羟磷灰石或胶原蛋白产生某种形式的化学结合反应，同时粘接剂应有足够的化学稳定性，不分解、老化，以及无小分子物质溶出。从物理机械角度考虑，粘接剂应与牙骨质和骨的机械物理性能相吻合，才能获得最佳固位效果和有效的发挥正常的生理功能。

（五）全酸蚀、湿粘接技术

“全酸蚀、湿粘接技术”是指用同一处理剂同时酸蚀牙釉质和牙本质，并在潮湿情况下取得良好的粘接效果。由于牙本质结构的特殊性，牙本质内充满小管液，一旦被切削开口，即将溢出使其表面处于潮湿状态，而且随着干燥而渐进外溢；加以酸蚀后的冲洗使牙本质表面几乎不可能保持干燥。对牙釉质也是如此，在临床上将牙釉质和牙本质分开处理是很难的。无论是酸蚀、冲洗或干燥，都不可能明确仅局限于牙釉质或牙本质而互不影响。另外，牙本质表面的空气干燥，将导致胶原纤维塌陷，妨碍底胶的有效渗透；但也不宜过湿，以免在树脂—牙本质界面形成空泡。全酸蚀系统的酸蚀剂要求同时酸蚀牙釉质和牙本质，此酸蚀剂的浓度和应用时间既要使牙釉质形成足够深的微孔，又不能造成牙本质的过度脱矿，常见的是10%磷酸，2.5%硝酸及一些有机酸。

三、牙色材料修复术

（一）复合树脂修复术

1. 复合树脂前牙修复　复合树脂由于其美观性，可提供与牙最佳的颜色匹配，首先用于修复前牙的各类缺损。

（1）各类洞形的预备要点：复合树脂修复洞形的预备原则是在去除病变组织的前提下，尽可能保存更多的牙体组织，洞的外形由病变范围确定，不需做预防性扩展，依靠酸蚀牙釉质获得修复体的固位。在Ⅲ类洞的预备中，尽量从舌侧进入病变区，尽量保存唇面的完整性和美观。若唇面边缘已经破坏；或牙排列不规则，从舌面进入困难者，也

可以直接从唇面进入。小到中等大小的龋洞，设计应尽可能保守，不必作特殊的洞形，也不作辅助固位形。限于牙釉质的浅龋不需加深窝洞到牙本质，只需将洞缘牙釉质壁作成斜面，其固位主要靠洞壁与树脂的粘接。龋损范围大者，则需在龈轴线角作固位沟，切轴唇点角处做倒凹，洞缘釉质壁作斜面。龈壁如伸展到根面，此处无牙釉质，不做斜面。在舌面承受较大咬殆力时，舌缘也不作斜面。

相似于传统的Ⅳ类洞，复合树脂Ⅳ类洞的设计包括了切端的部分。对缺损仅局限于一侧切角且切嵴大部分完好者，龋坏的牙体结构和薄弱的牙釉质被去除，所有的牙釉质边缘均是斜面，在牙体的舌侧边缘是长斜面。对缺损近远中超过切嵴宽度 1/2 和切龈径累及牙冠长度 2/3 者，若无牙髓受累，仅需要预备斜面，在洞的周围至少 1.0mm 短斜面需要制备，增大短斜面的宽度，并不能增加额外的强度，但是更宽的短斜面可以获得更好的美学效果。

在Ⅳ类洞修复中，是否做附加固位钉修复，尚有争议。有学者不主张使用固位钉，其理由认为粘接修复可以依靠短斜面提供固位强度，在前牙放置固位钉易造成意外牙髓或侧壁穿通。固位钉可因微渗漏而被腐蚀，引起牙和修复体变色。也有学者认为在Ⅳ类洞牙体缺损在近远中向超过 1/2，在唇缘向累及牙冠长度 2/3，可增加固位钉辅助固位。

对于牙色材料修复而言，小到中等大小的Ⅴ类洞洞形预备应尽可能保守，不必备成特殊形状，仅在洞缘的釉质壁作斜面。一般不作固位沟，仅在龈壁无釉质时，于龈轴线角作固位沟。固位沟不仅增进固位，还可减轻由于树脂聚合收缩和牙在咬殆力作用下弯曲所致的微渗漏。

范围大、累及根面的Ⅴ类洞需做常规备洞，类似于银汞合金修复的盒状洞形，在龈轴线角及殆轴线角作固位沟，同时在殆、近中及远中壁釉缘做短斜面。

（2）修复：当洞形预备完成后，进行修复。修复的过程如下：首先应在自然光下根据邻牙的颜色，选用合适色度的复合树脂；随后用橡皮杯蘸浮石粉彻底清洁窝洞及牙面，严密隔湿。牙髓保护是树脂修复中重要的一环。复合树脂为不良导体，但残存单体可刺激牙髓，故中等深度以上的窝洞应衬洞和（或）垫底，以隔绝来自复合树脂的化学刺激。一般于洞底垫一层玻璃离子粘固剂，因玻璃离子粘固剂对牙髓刺激小，与牙体组织有粘接作用，且酸蚀其表面可形成微孔表层结构，利于复合树脂的固位。如窝洞深，接近牙髓，则应在近髓处先衬一薄层可固化的氢氧化钙，以促进修复性牙本质形成。鉴于氢氧化钙的物理性能差，且可溶解，故其衬洞范围不宜太大。注意勿用洞漆和含酚类物质的材料，如氧化锌丁香油酚粘固剂，以避免影响树脂的聚合。

护髓完成后进行牙面处理。先用小棉球或小刷子蘸 30%~50%磷酸涂布洞缘釉质壁、釉质短斜面及垫底表面，注意酸液不能太多，勿涂于牙本质和牙龈上；酸蚀 30~40 秒，然后用牙本质处理剂处理牙本质表面，处理时间按说明书而定；处理完后，用水彻底冲洗，以去掉处理液和脱矿物质；注意及时吸出冲洗液，避免处理后的牙面与唾液接触；吹干牙面，此时可见酸蚀后的牙面呈白垩色，否则应再酸蚀一次。

涂布底胶和粘接剂。用小棉球或小刷子蘸底胶涂布整个洞壁，气枪轻吹，让其溶剂和水分挥发掉。而后涂布粘接剂，约 0.2mm 厚，光固化 20 秒。这两种步骤随不同产品而有差异，应严格按照产品说明书进行。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

充填复合树脂应首先放置成形片和楔子，前牙一般用聚酯薄膜成形片，将其置于两牙间，用楔子加以固定。较大的缺损可选用型号大小合适的成品透明塞璐珞冠套帮助成形。

然后进行材料充填。化学固化复合树脂多为双糊剂型，一次取足调制好的材料，从窝洞的一侧送入窝洞，以排除空气，防止气泡形成，用充填器快速送压就位、成形。前牙填入树脂后，将聚酯薄膜折转，循一定方向牵拉，使薄膜紧贴唇面和舌面，用手指固定（图 8–7）。然后，用探针和雕刀迅速除去多余的树脂，待树脂固化后方放开成形片，并取出。成形片不仅利于恢复牙的外形，同时隔绝空气，无发粘的氧阻聚层形成，呈光洁的表面。

光固化复合树脂多为单组份。因可见光波一般仅能深入复合树脂 2~3mm，故超过此深度的窝洞应分层固化。将材料分次填入窝洞，分层固化，每次光照 40~60 秒（图 8–8）。注意在分次放置、固化树脂过程中，已固化的树脂表面切勿被玷污和去除，因层间的结合是借助于表面氧阻聚层中的不饱和烯键与新加入树脂单体的共聚作用。分层固化不仅可使树脂充分固化，同时因固化收缩是在每次加量中分次产生的，修复体与洞壁界面产生的张应力减少，从而提高了修复体与洞壁的密合度，减少微渗漏和继发龋。

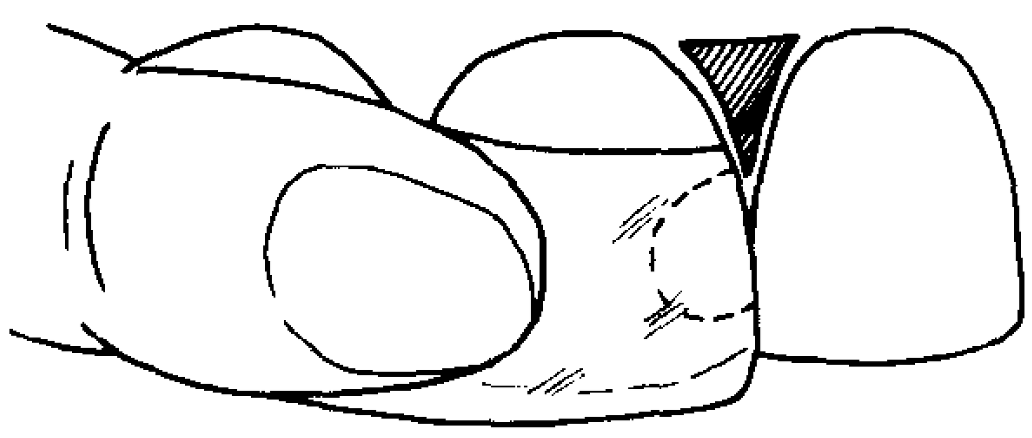


图 8–7　前牙成形片使用

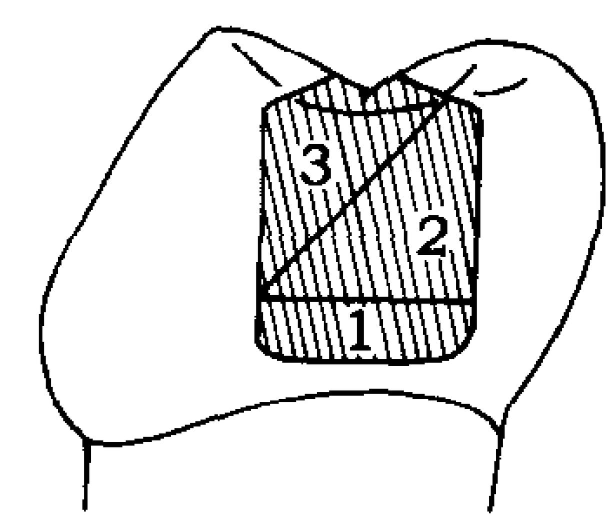


图 8–8　分层充填示意图

光固化复合树脂由于其性能化学固化的好，且操作方便，是目前临床上广泛使用的类型。为达到充分固化，操作时应使光源尽量接近修复体，从不同方向照射，深色调和超微填料的树脂应适当延长光照时间。最好采用斜向分层填入树脂，这样可防止树脂由周围向中心所致的微渗漏，特别是可减少邻面洞龈壁处微渗漏的发生。

树脂完全固化后，用石尖和金刚砂针修整外形，特别注意要去除邻面充填物的悬突。与对颌有咬𬌗关系的窝洞，充填后应用咬𬌗纸检查咬𬌗情况，调磨高点。最后依次用粗、细砂片打磨，橡皮轮或细绒蘸打磨膏抛光。邻面可用砂纸条磨光，具体器械详见第二十一章。

2. 复合树脂后牙修复　后牙修复使用的复合树脂除基本要求以外，还必须具有一定的抗压强度和耐磨性

（1）洞形预备要点：后牙 I、II 及 V 类洞采用保守的洞形预备，即洞的外形限于龋损和发育缺损部位，不作特殊的固位形，只需去除龋坏后在釉质缘作一短斜面。局限于釉质中的龋损或发育缺损不必加深窝洞到牙本质。对 I 类洞，窝洞的外形仅需包括龋坏和发育缺陷的部位，仅限于牙釉质的龋损，洞深不必到达牙本质层，不必增加辅助固位，洞缘不强调做短斜面。对于范围较大的浅碟形龋损，在去除龋坏组织后可分别向颊沟和舌沟扩展，在洞缘处预备斜面，底壁和侧壁可增加辅助固位沟。

Ⅱ类洞的预备也较银汞合金修复的Ⅱ类洞保守，可通过邻面洞颊、舌壁和𬌗面洞洞

缘釉质作斜面增进固位，殆面牙尖陡峭时则不作斜面。在后牙复合树脂修复中，相对于汞合金，主要缺点是耐磨性不够。因此，应首先考虑咬殆因素，尤其是与对殆功能尖的咬殆关系。在制作洞缘斜面的窝洞，其作用相当于增加了洞宽，修复体磨耗即大于常规洞形，而且位于斜面部位的修复体，尤其是边缘部分，往往形成薄片而易于受力时断裂，因此应避免制作洞缘斜面。在殆面洞形上力求体现保存原则，洞缘与洞内线角均要求比银汞合金更加圆钝，以利密合。

在Ⅱ类邻殆洞，除经由殆面颊、舌壁稍有内倾与鸠尾取得固位，洞壁倾角以使洞缘釉柱方向利于酸蚀为准外，邻面洞的颊舌壁亦应内倾，同时于颊轴和舌轴线角以与银汞合金相同的方式制作附加固位。邻面颊、舌沟可不必扩展到自洁区，以位于有利于充填与完成的部位为原则，以便确保充填与完成步骤的顺利进行。邻殆洞有殆面髓壁与邻面轴壁，牙本质处窝洞面积较大，而邻面洞预备可利用的釉质较少，不利于取得的修复体的粘接与密合，因此龈壁部位可以去尽龋坏组织为度，不再向根侧扩展，以便保存尽可能多的牙齿组织，尤其是釉质厚度，以利粘牙、固位。

（2）修复：在充树脂之前需要进行衬洞或垫底。常用的衬洞剂为氢氧化钙糊剂或光固化玻璃离子粘固剂。如果洞底接近牙髓，首先用氢氧化钙盖髓，再使用玻璃离子垫底。若邻面洞较深，龈壁处较少或缺失，会影响粘接效果，微渗漏发生的可能性较大，因此需要使用玻璃离子衬洞。

在后牙复合树脂修复中，选择和确定放置邻面成形片是成功的重要一环。可选择金属片或聚酯薄膜成形片，树脂充填原则与前牙相同。在后牙的修复中，主要考虑修复体的边缘适应性，以及对边缘密合度的检查。因此逐层充填、分层固化有更加重要的意义。为能保证充分固化与减少收缩，应先充填邻面颊舌点线角，然后充填中间，使邻殆洞邻面部分的修复呈 V 形增长，最后于殆面尤其是边缘的部分超填，以便成形。

（二）玻璃离子粘固剂和复合体修复术

1. 玻璃离子粘固剂修复术　由于玻璃离子粘固剂与牙体组织有较强的化学粘结性，特别是光固化型和 R-GC 均配合使用牙本质粘结剂，在Ⅲ、Ⅴ类洞和后牙邻面单面洞等不承担咀嚼压力的洞形修复时，对固位形的要求可放宽，不必作倒凹，鸠尾等固位形，只需去除龋坏牙本质，不作扩展。但在乳牙殆面洞修复，以及冠核修复中，可以配合附加机械固位形以增进固位。窝洞的点、线角应圆钝，以利于粘性玻璃离子粘固剂的充填严密。由于玻璃离子粘固剂脆性大、强度低，故洞缘釉质不作斜面。

玻璃离子粘固剂虽包含聚合体成分，但其固化反应并非聚合作用，而是聚丙烯酸与玻璃粉之间的反应，生成一种低溶解度的离子体盐。聚丙烯酸与玻璃粉之间的反应很复杂，但就其实质而言，是一种酸碱反应。聚丙烯酸与铝硅玻璃粉混合后，粉粒表层被羧酸溶解，释放出 Ca^{2+}、Al^{3+}、F^{2+}等离子，这些离子与羧酸基团结合，生成聚丙烯酸盐的聚合体相互交织成网状，形成大分子基质，此固化反应过程很慢，但光固化型和树脂改良型玻璃离子因加入光引发剂，树脂单体，存在光敏固化，因此，这类玻璃离子粘固剂在缓慢酸碱固化反应的同时，在光照后迅速发生聚合反应，属双固化玻璃离子粘固剂。

在完成牙体预备后，首先用橡皮杯蘸浮石粉将窝洞清理干净。除洞底距牙髓不足 0.5mm 的深洞需先用氢氧化钙衬洞外，一般不需垫底。根据所用产品的说明处理牙面，一般多用弱酸，如 10%聚丙烯酸或 0.5mol/L EDTA 处理牙面 10~20 秒，以去除涂层。然

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

后用水充分清洗干净，如没有配套的处理剂，也可用乙醇处理牙面。然后涂布树脂和粘接剂，光固化型和 R-GC 一般配有底胶和粘接剂，以增加牙面的粘接，操作中一般涂布底胶或粘接剂后，等待 30 秒，让底胶或粘接剂充分润湿牙面，再后用微风将底胶或粘接剂吹成薄层的光亮面后再光照。充填材料的具体方法与复合树脂修复术类似，遵循分层充填，分次光照的原则。在传统玻璃离子修复时，材料固化后需涂隔水剂，传统型玻璃离子粘固剂固化缓慢，完全固化需 24 小时，故充填后表面应涂一层隔水剂，如凡士林、釉质粘接剂等，以防止固化反应受唾液的干扰和固化过程中脱水而产生龟裂。而光固化型和 R-GC 用光照促进固化，则不需涂隔水剂。

传统型玻璃离子粘固剂在 24 小时后进行修整外形及打磨，光固化型和 R-GC 在光固化后即可进行。依次用粗、细砂片打磨，橡皮轮蘸打磨膏抛光，邻面可用砂纸条磨光。

2. 复合体修复术　复合体修复术的适应证及其洞形制备要点基本同于玻璃离子粘固剂。但因复合体性能较接近复合树脂，靠酸蚀粘接于牙体组织，所以对牙髓的刺激强于玻璃离子，粘接力弱于玻璃离子，故对仅累及牙釉质层或固位较差的窝洞，建议选择玻璃离子。在近髓的窝洞，需氢氧化钙盖髓后再用复合体充填。

3. 夹层修复技术　玻璃离子粘固剂与牙体硬组织有化学粘接性，对牙髓刺激性小，且能释放氟。酸蚀其表面形成微孔表层，与复合树脂形成微机械嵌合。但其机械性能、耐磨性及美观性不如复合树脂。而复合树脂则相反，对牙髓刺激较大，但机械性能和美观性较好。所以，这两种材料联合使用，可起互补作用，得到相得益彰的效果，被认为是理想的牙体修复体系。这样既能改善复合树脂与洞壁的密合性，阻断树脂对牙髓的刺激，又可以避免玻璃离子粘固剂单独修复的缺点，此联合修复叫夹层技术，又称三明治技术（sandwich technique），即用玻璃离子粘固剂作为基底材料粘接于牙本质，再用复合树脂修复表面的修复方法（图 8-9）。使用时，在窝洞制备完成后，洞底极近髓处用氢氧化钙间接盖髓，后填入玻璃离子，但应注意在釉质边缘确保釉质暴露，不能残留玻璃离子粘固剂，避免影响复合树脂对牙釉质的粘接，该技术主要用于Ⅲ、Ⅴ类洞的修复。

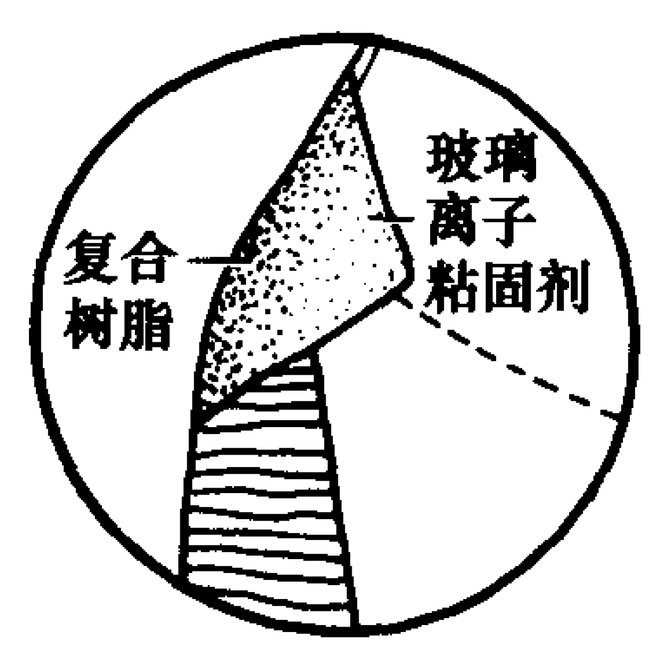


图 8-9　三明治技术示意图

但近年来随着复合体材料的出现，综合了树脂与玻璃离子粘固剂的优点，现多采用复合体单层修复。

第三节　牙体严重缺损的修复

当牙体严重缺损，用常规修复技术不足以获得窝洞足够的固位和抗力时，需要采用桩钉等附加固位措施来辅助固位，以达到恢复牙齿固有的形态和功能的目的。

一、活髓牙严重缺损的修复

对牙体严重缺损活髓牙的修复原则是在考虑牙本质牙髓复合体的反应和对牙髓组织的保护基础上，最大限度的修复患牙。目前采用的是通过一些辅助固位的方法来修复。

（一）附加固位钉修复

附加固位钉的牙体修复（pin-supported restoration）是用固位钉的方法来辅助固位的牙体修复，包括固位钉+银汞合金修复和固位钉+复合树脂修复。该方法主要适用于：①牙髓、牙周情况良好，牙体严重缺损且承受较大咬殆力的牙齿，在剩余的牙体组织上难以制备足够的抗力形和固位形，单用粘接术不能达到足够的抗力和固位。如前牙切角或切嵴缺损、前磨牙缺一个牙尖、磨牙缺一个或一个以上牙尖。②牙尖脆弱需要加强横向连接固定，以避免牙齿受咬殆力后折裂，可用固位钉成水平向的放入以增强夹持作用。③因洞缘继发龋的去除造成固位困难的洞形，邻面洞侧壁或V类洞近中、远中壁超过轴角，可以磨削牙体组织制成固位形，也可不磨削组织而加固位钉。④须作固定修复的患牙，其牙周、尖周组织有病变时，治疗后可先用钉固位方式修复，待组织痊愈后，再考虑作固定修复。⑤全冠修复的银汞合金（或树脂）核。后牙严重缺损需作全冠修复时，先将牙体作固位钉-银汞合金充填或固位钉-复合树脂充填，形成核，再在核上作全冠，使修复的牙齿抗力好，且全冠的制作简便。

1. 固位钉的类型　临床上使用的固位钉主要有

（1）粘固钉（cemented pin）：成品粘固钉，也可用0.7mm直径的不锈钢钢丝或大头钉去掉两头自己弯制。钉道直径较钉的直径略大（约大0.03~0.05mm）。固位钉用磷酸锌水门汀、玻璃离子或聚羧酸锌水门汀粘固于钉道内。此类固位钉靠粘结固位，固位力不强，但钉的长短、直径可根据需要制作，价廉，便于基层使用。

（2）摩擦固位钉（friction-locked pin）：摩擦固位钉一般为成品，固位钉与制备钉道的螺旋钻一定要配套。钉道的直径略小于钉的直径（约小0.001~0.003mm）。利用牙本质的弹性将钉轻敲入钉道，靠钉与钉道之间的摩擦力固位。此类固位钉的固位好，为粘固钉的2~3倍。但临床技术要求高，制备的钉道必须与钉配合，如钉道过大，固位差，钉道过小，强行将钉敲入，容易造成牙齿微裂或折断，用于后牙时操作较困难。

（3）自攻螺纹钉（self-threading pin）：固位钉为带有螺纹的钉，可靠自身的螺纹旋入直径略小的钉道内。钉道的直径一般小于固位钉直径（0.038~0.1mm），可用手用扳手帮助将螺纹钉旋入钉道。近年来，发展出自攻自断螺纹钉，将钉上到慢手机上使用，钉有一狭窄的颈部，当钉旋到钉道底时，遇到一定阻力即于颈部自行折断，钉的一部分伸出牙本质。此类固位钉的固位好，可达粘固钉的5~6倍，而且不易造成牙齿微裂和折断，操作方便，但价格较贵。现在，国内已有许多类型的自攻自断螺纹钉产品出售，其长短、粗细不同，规格有0.08cm、0.06cm、0.05cm、0.04cm，中间有1~2个狭窄的颈，供折断之用。根据牙体大小、钉所在位置来选择（图8-10）。

2. 固位钉的作用　固位钉的主要作用是增加修复体的固位和抗力。钉的一端固定在牙内，另一端包埋在修复材料中，形成支架，修复材料通过固位钉与牙体组织紧密连

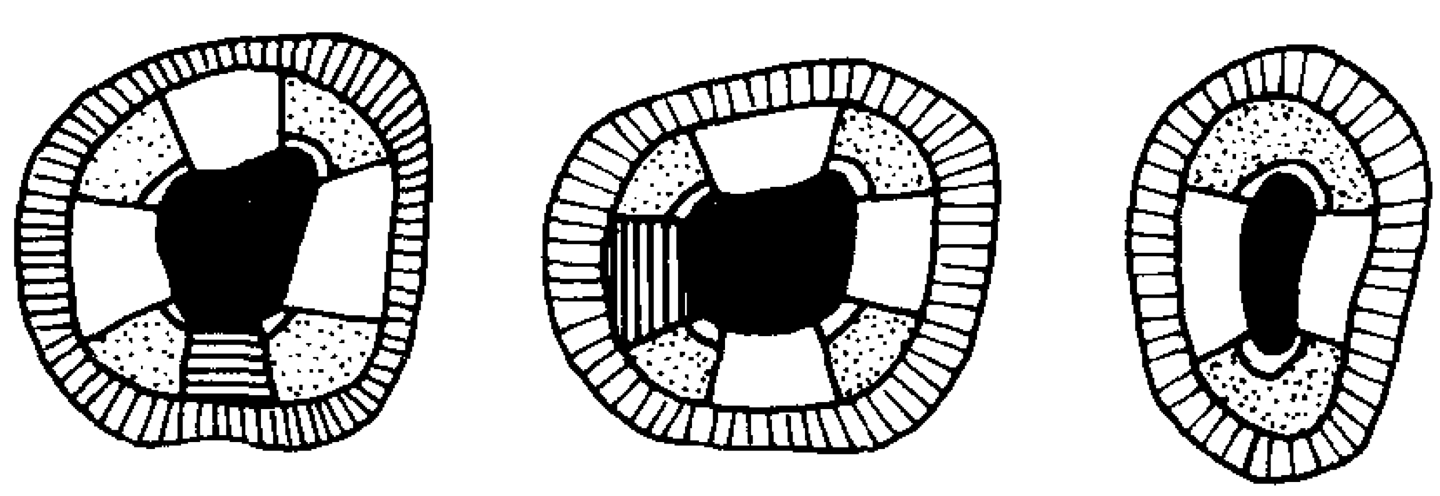


图8-10　固位钉的位置

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

接，牢固地固持在窝洞内，防止振动、脱落，特别是在承受咬殆力时。

固位钉也可增加牙齿强度，防止脆弱牙尖折裂。横向固位钉可以加强修复材料和牙本质的连接，减少受力后脆弱牙尖容易劈裂的趋势。降低修复材料的物理性能。固位钉的存在可能会减少修复体的体积，从而削弱修复体的强度。因此，固位钉的体积不能太大，否则降低牙体组织的抗力。固位钉针道的制备需磨除一定的牙体组织，也会削弱牙体组织的抗力，所以固位钉的数目不能太多。钉的周围需有足够厚度的修复材料包绕。

3. 固位钉及钉道的设计　原则上是用最少的固位钉获得最大的固位效果。过多的固位钉会削弱牙体本身的抗力。原则上缺失一个牙尖用一个钉，边缘嵴缺失用 2 个钉，后牙全冠缺失用 4~5 个钉。

固位钉在牙本质内的长度直接影响其固位效果，一般不得小于其钉长的二分之一。固位钉在修复体内的长度以 2mm 为宜。固位钉上面覆盖的修复体的厚度不得少于 2mm，太薄充填体易折断。固位钉周围也有一定厚度的修复体包绕，至少 0.5mm。

固位钉钉道设计的位置应以保护牙髓为前提，在牙体最坚实部位制备（图 8-11）。考虑到髓腔的关系，钉道应在轴角处釉牙本质界的牙本质内 0.5mm；钉道制作的部位在殆面原有牙尖或边缘嵴处，邻面在龈壁处，注意避开牙尖下的髓角区和正对根分叉的薄弱区及龈壁的中间。此外，应注意殆面距离和避开对颌牙尖所在位置，以保证修复体厚度和减轻咀嚼时的应力。如需多个固位钉，钉道间的距离不应少于 5mm。钉道的方向应与牙齿的轴向表面平行，以防止侧壁穿通（图 8-12）。

4. 固位钉就位　牙体预备应去尽龋坏组织及磨除薄壁弱尖，无基釉，前牙唇面尽量保留，遵循制洞原则，尽可能利用存留的牙体组织制备抗力形和固位形，然后将制作钉道的部位磨成一平面。

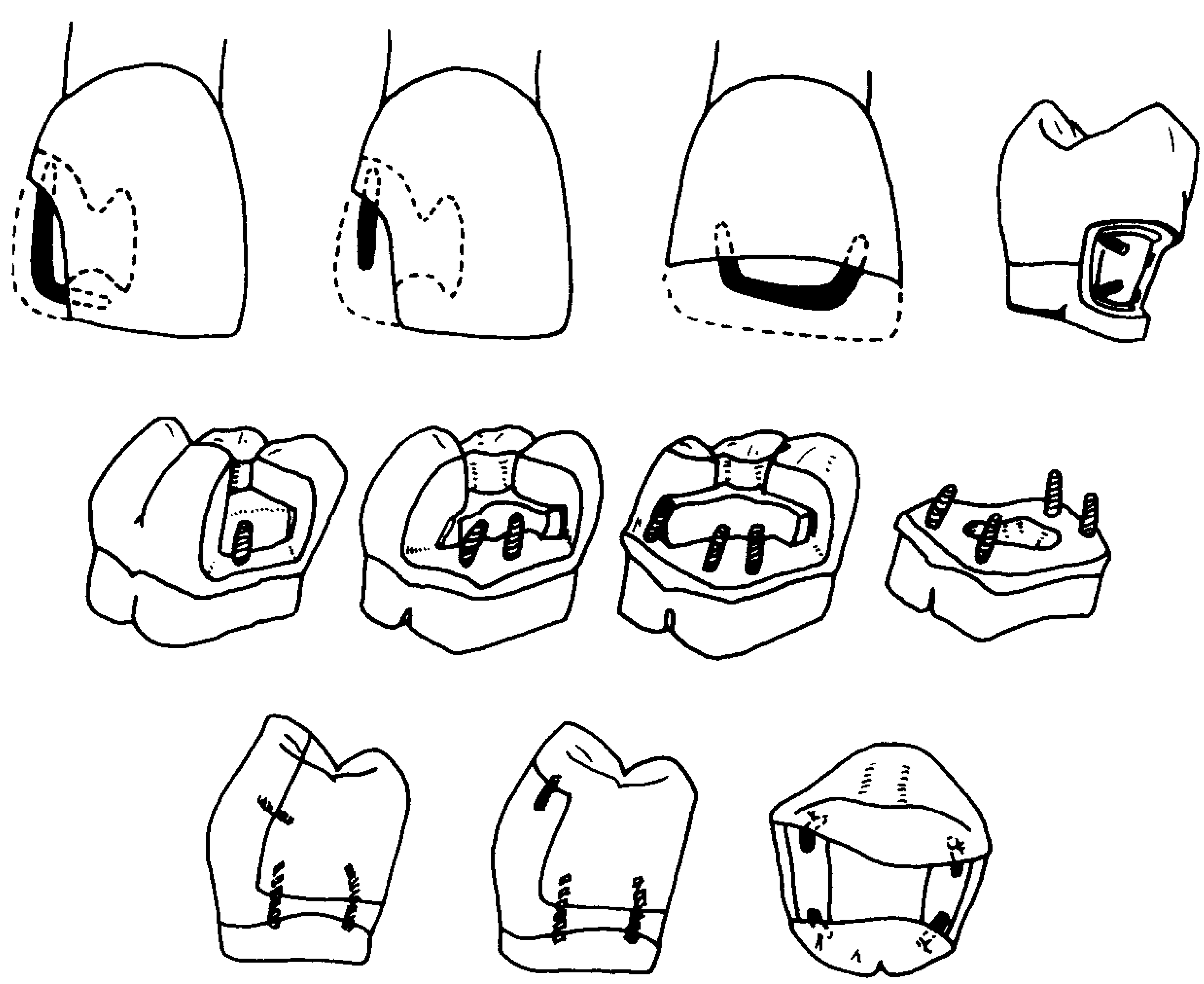


图 8-11　固位钉的设计

选择好固位钉，确定固位钉的数目和位置，然后用螺旋钻制作钉道，螺旋钻的直径与选用的固位钉相配。使用螺旋钻制备钉道应注意，支点要稳，避免晃动使钉道过大，把握好方向与深度，不要上下提插和中途停钻。

干燥牙面及钉道，在钉的表面及钉道内分别涂少量磷酸锌水门汀或聚羧酸锌水门汀，用手用器械将钉送入钉道。注意水门汀不能太稠，且量不能太多，应在水门汀凝固前使钉就位。

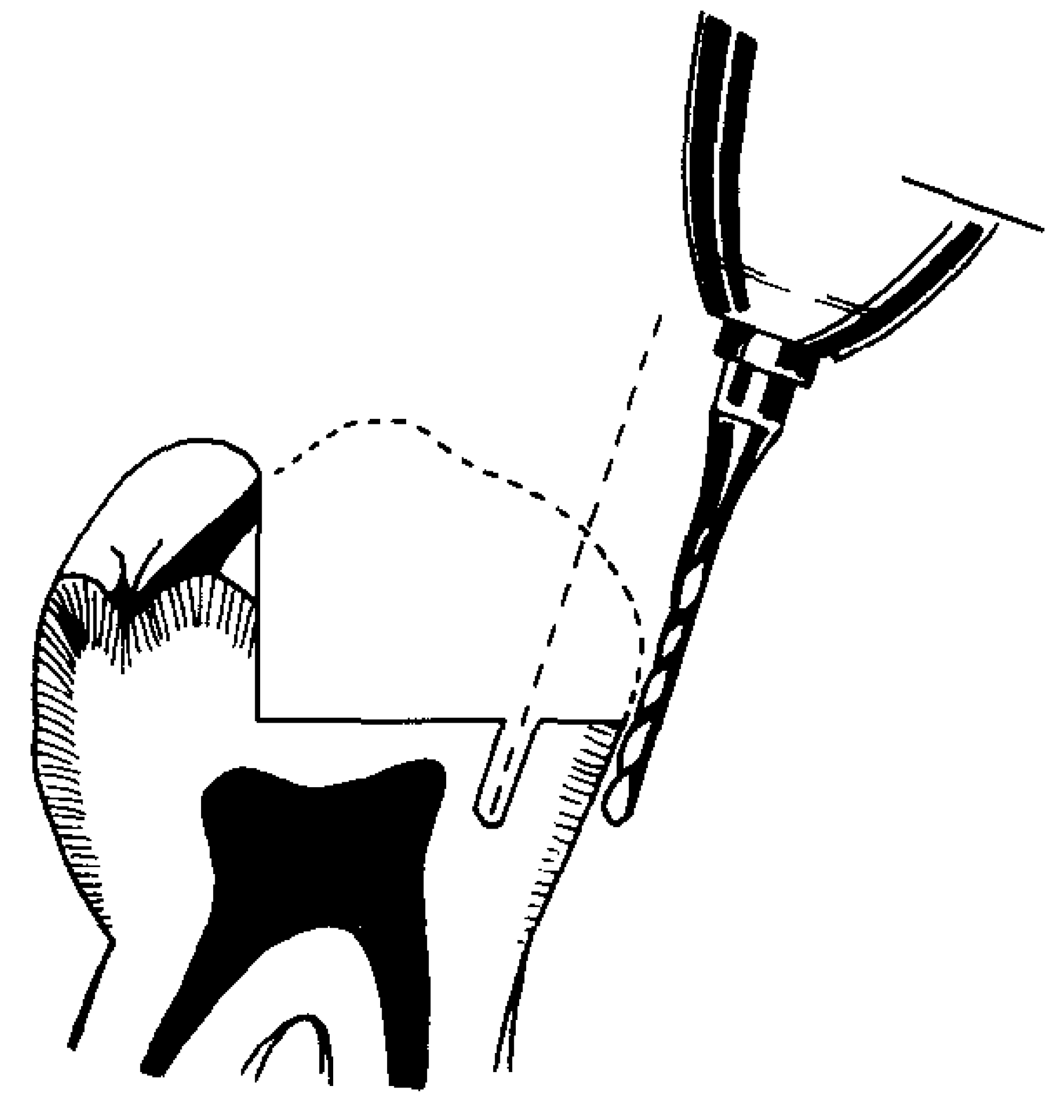


图 8-12　钉道制作的方向

固位自攻螺纹钉要用与螺纹钉配套的手用扳手顺时针方向缓慢将自攻螺纹钉旋入钉道。自攻自断螺纹钉则上到慢速手机上慢速推进，当钉达钉底时即自行与机柄断开。注意钉应旋转进入钉道，切忌将钉插入钉道后才开动电机，以防钉折断。

安装摩擦固位钉需轻敲固位钉，使钉就位，用力不能太大，要顺钉道的方向用力。近髓部位作相应的垫底，以保护牙髓。

后牙可选用银汞合金或后牙复合树脂，而前牙一般选用复合树脂。如用银汞合金充填，应先用小汞合金充填器将钉四周的银汞合金逐层压紧，然后换用较大的充填器完成，10~15 分钟银汞合金初凝后取出成形圈，雕刻外形。如用复合树脂充填，可同时采用粘结术，以加强固位。前牙充填前应先在固位钉上涂一层遮色剂，以掩盖金属的颜色，这样可避免修复后透出固位钉的颜色。

5. 失败及处理　在活髓牙上制作固位钉，常因对牙髓的解剖结构不熟悉和操作不当而导致治疗失败，主要失败的原因有：

（1）固位钉松动：其原因主要是制备钉道的螺旋钻与固位钉不相配；制备钉道所用的手机震动大，振幅宽，钉道直径过于宽大；制备钉道时支点不稳，钻钉道时手法上下反复提拉，致钉道过于宽大；病变牙本质未完全去尽，钉道未预备在健康的牙本质上，而是在松软无弹性的病变牙本质上；钉道位置太靠近釉牙本质界，钉道的外壁由釉质壁构成，由于牙釉质与牙本质的硬度相差很大，当钻切割时，釉质壁的阻力将钻推向牙本质壁，使钉道不规则。

对松动的固位钉可采取改用直径大的固位钉或将钉用水门汀粘固于钉道内等办法弥补。

（2）穿通髓腔：由于不熟悉髓腔解剖结构，钉道位置选择不当或钉道的方向不正确等造成髓腔穿通。此种情况发生后应视穿孔的大小作盖髓或牙髓治疗。

（3）穿通牙周组织：钻的方向不正确，造成侧壁穿通而累及牙周组织，其后果是严重的，如侧穿的部位靠近根方，则穿孔的修补较困难，必要时需要作翻瓣术来修补。

（4）固位钉折断：其原因是当用手机安装固位钉时，先将钉插入钉道再开动电机；弯曲钉用力过猛；用钻切除钉的过长部分时钻子的震动所致。

（5）牙本质裂纹：固位钉使用不当可使牙本质产生裂纹，特别是摩擦固位钉及自攻螺纹钉。目前自攻螺纹钉在牙体修复中的应用已相当普遍。不少学者对其致牙裂纹的问

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

题进行了研究，发现如果螺纹钉使用不当，牙本质裂纹的发生相当普遍（发生率可高达73%），并提出，不能排除随着时间的推移，裂纹有延续、延伸和增宽的可能性，从而对牙髓产生有害影响，或使牙体组织发生崩裂。因此，裂纹的存在是一个不容忽视的潜在危险，应尽量避免。

裂纹产生的原因有：①钉道径过小：自攻螺纹钉的钉径应略大于钉道径，两者的差应以牙本质的弹性能够容受为度。自攻螺纹钉钉体的峰径与径的差级为 0.038~0.1mm，以此差作为钉径与钉道径的差是比较合理的，与钉相配的螺旋钻也应确保合适的径差。②钉体与钉道的形状不一致：如用锥形的 700 号裂钻代替钉道钻制备钉道，钉攻入钉道中部时会产生楔力而致牙本质产生裂纹。

（二）沟槽固位与银汞合金钉技术

固位钉能增强修复体的固位，为牙体严重缺损活髓牙的保存创造了条件。但钉的存在有降低修复体的强度、产生牙本质微裂以及可能导致牙髓损伤等问题。沟槽固位和银汞合金钉修复技术，作为可以取代附加固位钉修复的方法，日益受到重视和推广。

沟槽固位和银汞合金钉可随需要而制作，操作简便，可单独使用，也可与固位钉联合使用，起到很好的相辅相成的作用。但在适应证的选择上，要求有足够体积的牙本质，在前牙切嵴和牙颈部等牙本质较薄的部位不宜制作。

1. 沟槽固位　是指在牙本质内制作大小不一的沟槽或孔槽，利用银汞合金在可塑期内，可通过加压而结合为一整体的性能，填入银汞合金，使与后续填入的修复体结为一体，形成一银汞合金固位楔。其作用同固位钉类似，但无牙本质微裂和牙髓、侧壁穿通的危险，且不影响修复体的强度，避免了因固位钉松动、移位而导致的修复体脱落。牙体预备时用倒锥钻或小球钻在牙本质内制作大小、形状不一的水平沟槽，其深度、宽度和长度视制作部位、固位需要及咬殆状态而异，深度 0.5~0.75mm，宽度 0.6~1.0mm，长度可达到 4~5mm，可围绕牙尖作一半环状沟槽（图 8-13）。将银汞合金压入沟槽内，与随后充填的修复体连为一体，形成银汞合金固位榫而起固位作用。

2. 银汞合金钉　是指在牙本质内制作深度大于宽度的钉道，将尚未固化的银汞合金填入，形成一突向修复体且同修复体连成一整体的银汞合金钉，以增加修复体的固位。操作时用细裂钻平行于牙表面在牙本质中作一深 2~3mm，宽 1~1.5mm 的纵行钉道，将银汞合金压入钉道内，此钉与修复体连为一整体，待银汞合金固化后即形成充填向牙本质内突出的固位钉而产生固位作用（图 8-14）。银汞合金钉克服了上述固位钉有应力集中及使修复体强度降低等缺点，但所产生的固位力较小，引起牙髓穿孔的可能性较大。

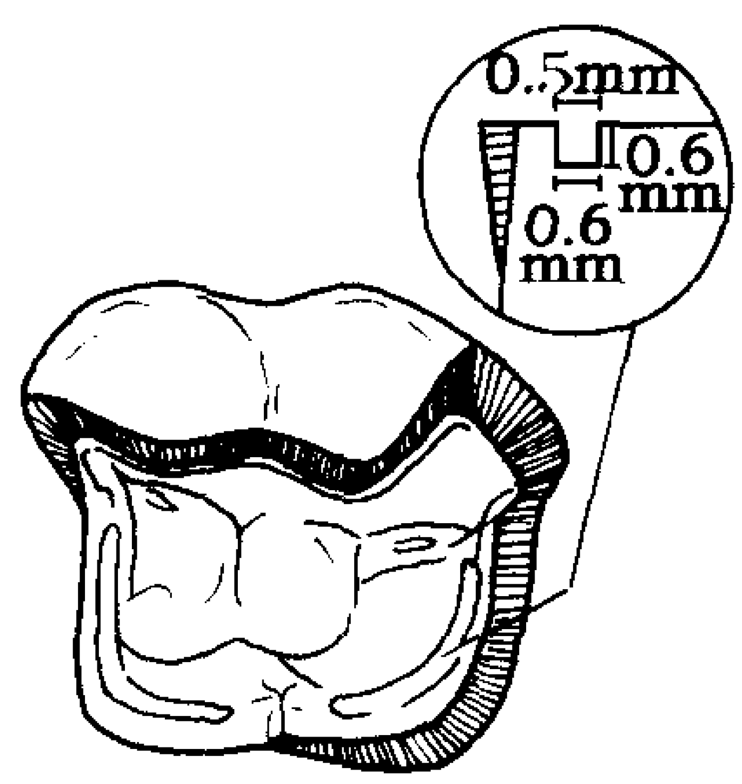
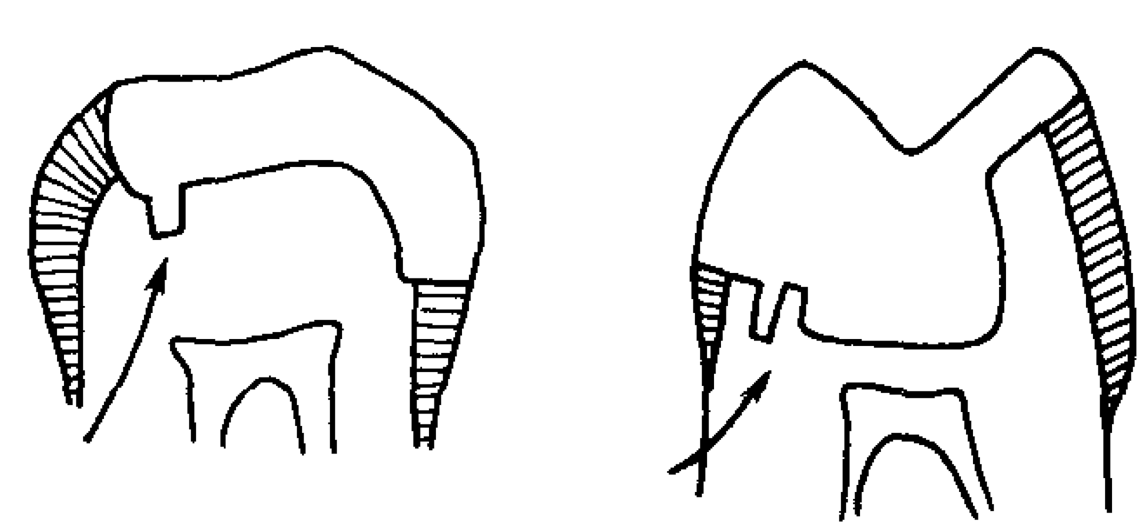


图 8-13　沟槽固位


图 8-14　银汞合金钉

二、根管治疗后的牙体修复

牙体硬组织疾病影响到牙髓组织时，就需要进行牙髓治疗，以保存患牙，维持牙列的完整性。根管治疗是目前治疗牙髓疾病的最有效方法之一，根管治疗可严密封闭根管系统，预防和治疗根尖周疾病的发生，配合修复治疗可很好的恢复患牙的功能。但根管治疗本身会导致根管壁牙本质不同程度的缺失，加上患牙本身可能伴有的牙体缺损，这类牙较活髓牙在行使功能时更容易发生牙折，并最终导致牙体或牙列的缺失，从而影响患者的咀嚼功能。如何使根管治疗后的患牙更好的行使功能已成为保存齿科的重点。

根管治疗需要人为形成牙面到髓腔的通路，且根管治疗后的患牙常规要求进行全冠或嵌体修复，所以此类牙牙体修复的主要目的是形成根管充填材料的冠方严密封闭，并恢复冠方缺失的牙体组织。当进行根管治疗后的牙体修复时，需要考虑的是修复体的抗力形、修复后牙单位整体在牙弓中能起到的功能作用及使用寿命；而在选择修复方法时，应采用能有效、安全的恢复患牙功能，而且对牙体组织损伤最少的方法。

根管桩用于临床已有两百多年的历史，早在 1728 年法国人 Pierre Fauchard 将金属桩放入牙根内固定冠方的修复体。近年来随着粘接性材料的发展，也有观点认为在某些情况下粘接性部分修复体（bonded partial restoration, BPRs）如嵌体等，可替代根管桩核修复，既能起到恢复牙体组织的作用也能增强剩余牙体组织的强度，这将在本章第四节阐述。本节将着重介绍根管桩修复中的根管桩的选择，其具体的应用方法请参考有关桩核修复的文献。

（一）根管桩的作用

根管桩利用在根管内的部分可起到固位的作用，其冠方的部分可作为桩核修复的基础，从而可使患牙更好的行使功能。有研究显示，根管桩只要操作得当，其 10 年成功率可高达 80%，而另一项研究表明根管桩的平均使用寿命可高达 17 年。根管桩用于牙体修复，主要起到的是加强冠方修复体固位的作用。在根管桩得到使用的初期，普遍认为根管桩能起到增强牙根抗折性能的作用，但越来越多的实验研究表明，根管桩的使用并不能起到抗折的效果，反而是根管桩的使用增加了牙根纵折的可能性。现有观点认为，根管治疗后的患牙发生根折的机会与患牙是否为活髓关系不大，而与根管治疗后剩下的牙根牙本质量及龋坏等造成的牙体缺损有关。因此根管桩的使用主要是为了起到冠方修复体固位体的作用。根管桩所起到的固位作用主要与根管桩本身的长度、锥度、表面特性及粘接剂的类型有关。

（二）根管桩修复的适应证

一般来说，只要能在根管中预备出根管桩所需的空间，并能保证根尖份根充材料的完整性，而且不会造成根管壁的侧穿，就可以进行根管桩的修复。通常，根管桩修复体的冠根比例至少为 1:1，根管内桩的长度不能太短，超过这个极限根管桩修复体的效果一般不理想。此外在根管桩的修复中，还应充分考虑修复后患牙在牙弓中的关系及咬殆关系，防止出现早接触点、咬殆干扰等，避免修复体承受过大的或非生理性的咬殆力，从而避免导致牙根的折裂及修复体的失败。虽然根管桩应用于临床表现了很好的物理性能及操作性，其远期效果也比较理想，但操作不当仍然会导致根管桩的失败。除了医源性因素，如医生操作不当引起的根管侧穿、根尖牙胶封闭性的破坏等，还有根管桩的选

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

择不当等原因。而根管过短、锥度过大、存在牙根吸收、患牙殆力过大等情况都是影响成功率的原因。当无法制备出根管桩所需的间隙，或是根管桩的制备会引起根管侧穿、牙根折裂等即为根管桩修复的禁忌证。只有严格按照根管桩修复的适应证选择合适的病例，才能起到根管桩的作用，而使患牙更好的发挥功能。

（三）根管桩的类型

1. 金属根管桩　最早用于临床的根管桩类型，具有强度高、可根据具体的根管情况进行制备、种类丰富等特点，仍广泛在临床使用。但金属根管桩又具有影响前牙美观、失败后不易取出、生物相容性不佳等缺点。有研究显示非贵金属桩在根管内可发生腐蚀性改变，冠方的汞合金充填体也可引起流电现象而引起根管内腐蚀的发生，并最终导致根折的可能性增加。目前可供选择的根管桩有很多类型，一般分为预制根管桩和个别铸造根管桩。

（1）预制根管桩：预制根管桩是成品桩，是厂家根据一定的标准制成，使用时由医生根据患牙情况进行选择。通常根据桩与根管直径间的关系分为主动型根管桩、被动型根管桩，后者又因形态的不同分为锥形桩和柱形桩。主动型桩是指桩的直径大于根管内径，根管桩被旋进根管，对根管壁有较强的应力作用。使用主动型桩通常被认为有增加牙根纵折的可能性，一般在根管较短、被动型根管桩无法获得足够固位力时使用，而且应在根管桩就位后回旋 1/4，以减少牙根内的剩余应力。被动型根管桩的直径小于根管内径，就位时不会对根管产生应力，但所产生的固位力小于主动型根管桩。锥形根管桩由于具有和根管相似的形态，不必对根管做进一步的预备，可更多的保存根管壁牙本质，尤适用于根管狭窄、牙根纤细的患牙，如上颌前磨牙。柱形桩是与锥形桩相对而言的，其放入需将根管预备为柱形形状，这也意味着要磨除较多的根管壁牙本质，只有在需要加大固位力而根管桩预备不会破坏牙根完整性的前提下才采用。就产生的固位力而言：主动型桩最大，其次为柱形根管桩，锥形根管桩最差。在使用时应根据所需的固位力大小进行选择,总的来说，当根管长度正常（7~8mm）、根管较直时，可使用柱形或锥形根管桩；但如果根管较短或为漏斗形，桩的轴向固位力较差时则应使用自攻自断桩，增强固位力。

（2）铸造根管桩：铸造根管桩是指根据患牙根管的具体情况而铸造成的根管桩，是由根管桩蜡型制备而来，而非成品。实验室研究表明使用铸造桩的患牙的抗折力低于使用预制桩，且临床回顾性研究表明铸造桩的成功率也低于预制桩，因此铸造桩并不能作为根管桩的常规选择。但由于铸造桩的个别性，与患牙根管的密合性好，在下列情况下它也是首选方案，如：在同一牙弓中要制备多个根管桩核修复，个别铸造桩被证明是最经济的方案；当牙体较小，不能使用预制桩时；当需要改变冠方核修复体与牙根间角度时。

2. 非金属根管桩　随着材料的发展及人们对牙齿美学要求的增强，非金属类根管桩开始受到关注。其中具有代表性的是碳纤维根管桩和牙色材料根管桩。但它们均处在实验阶段，尚未在临床上广泛应用，并未能取代金属根管桩在根管治疗后牙体修复中的作用。

（1）碳纤维根管桩：碳纤维根管桩发明于 1988 年，是一种用碳纤维加强的根管桩，含有直径为 6~8μm 的沿长轴排列的碳纤维，周围为树脂类材料，碳纤维束占到总体积

的 62%~65%。其优越性在于可被树脂类粘接剂粘固于牙体组织上，碳纤维具有与牙本质相似的弹性模量，因此碳纤维根管桩较金属根管桩有更好的伸展性，能更好的承受应力。而碳纤维桩的弹性虽然可降低根管内的应力集中，却能增强冠方核修复体边缘的应力。此外，它较深的颜色及 X 线透射性也是不足之处。目前这种根管桩的使用尚未得到推广，实验室的体外研究对其成功率的结论不一，它最终被临床接受还需要长期的临床研究。

（2）硅纤维根管桩：由于碳纤维根管桩的黑色及不能用于全瓷修复体，与碳纤维具有相似物理性能的玻璃纤维被用于取代碳纤维应用于根管桩的制备。第一代的硅纤维根管桩，其中间为碳纤维，周围是硅纤维包裹，均按长轴排列。此后的全硅纤维根管桩完全去除了碳纤维。近来 RTD 公司还开发出了一种可用光固化材料作为粘接剂的硅纤维根管桩。它们的尺寸与碳纤维根管桩相似，但有更好的美学性能，因此此类非金属根管桩也有较好的应用前景。

3. 牙色材料根管桩　在修复根管治疗后前牙时，除了考虑抗力形和固位形之外，还应考虑美观问题。金属根管桩的金属色和碳纤维根管桩的黑色，都可能影响修复体与牙龈接触界面，从而使患牙颈缘颜色异常，而牙色材料根管桩则可克服这一问题。此外，牙色材料根管桩具有与牙本质相似的弹性模量，在受力时可更好的分散𬌗力，从而大大减少牙折的机会。更有研究认为将根管桩的强度制作的略小于牙本质，可使根管桩起到保护性折裂的作用，更好的保护牙根的完整性。

现有的牙色材料根管桩有镀锆的碳纤维根管桩、纯锆根管桩、预制的纤维加强型树脂桩及直接树脂桩。纯锆桩色白、生物相容性好、X 线阻射、弹性模量高。但有研究指出，它不能与树脂类或复合体类核修复体间发生化学性粘接，不过将一种白榴石加强的瓷压制于锆根管桩表面可解决这个问题。最近预制的纤维加强型树脂桩已面市，有研究发现它和碳纤维桩产生的固位力相似，却比碳纤维桩硬。但采用这种根管桩的患牙抗折性能不如使用碳纤维桩或金属桩的患牙。一项实验室研究比较了使用几种牙色材料根管桩的抗折力，预制的钛桩加上树脂核的抗折力最强，其次为白榴石加强瓷覆盖的预制锆桩加上树脂核、全瓷核桩、纯锆桩加瓷核，白榴石加强瓷桩和核最差。

目前关于非金属根管桩的研究尚在起步阶段，实验结果各异，对它的性能了解还不彻底。牙色材料根管桩缺乏临床数据，而越来越多的研究支持碳纤维根管桩的使用。但当冠方剩余牙体组织少，却对冠核强度要求高时，非金属桩的使用需谨慎。

（四）影响根管桩修复的因素

在使用根管桩时应考虑以下的因素：患牙在牙弓中的位置、咬𬌗情况、患牙功能的需要、剩余牙体组织、根管的结构和弯曲度及根管桩本身的特点。

1. 患牙的位置　根管桩需进入根管内一定长度（7~8mm），前牙较后牙更适合根管桩修复。前牙位于牙弓的前方，主要受唇舌向的剪切力，临床牙冠和牙根共同受力。越来越多的实验室研究表明，仅在舌面有开髓洞形的前牙采用根管桩，其抗折性能反而会下降。因此建议对于根管治疗前没有牙体缺失的前牙，如果不进行后续全冠或嵌体修复，根管治疗后牙体修复时尽量不使用根管桩；反之，则应使用，尤其是上颌侧切牙及下颌切牙。对于上颌中切牙及尖牙，根管桩的使用与否主要取决于剩余牙体组织量、该牙的咬𬌗及功能。一般建议在根管充填完成后，如果还剩余一定的牙体组织，可先进行

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

轴向的牙体预备，并清理舌面的开髓洞形，再判断剩余的牙体组织是否足够，若不需根管桩则可直接进行洞形的充填，否则就需要考虑进行根管桩核修复。

后牙主要承受轴向的殆力，根管桩只在采用其他相对保守的固位形及抗力形不能被用于核修复时采用。而相对保守的固位形有：银汞合金桩、腔洞固位、自攻自断螺纹桩等。银汞合金桩是利用整个髓腔及根管冠方的2~3mm作为冠方汞合金修复体的固位形，这种冠根向的核修复被证实能提供很好的固位力（图8-15）。而由于目前尚无证据表明根管治疗后的牙本质比活髓牙的牙本质更易发生折裂，自攻自断桩的使用在临床仍是可行的，而传统的机械固位与粘接性材料的联合使用更能提高这种固位力。虽然一般情况下，根管桩并非是后牙桩核修复的常规固位方法，但当根管治疗后的后牙是局部可摘义齿的基牙时，它所承受的并非是轴向的生理性力，此时根管桩就是必要的了，且通常是放在上颌后牙的腭根和下颌后牙的远中根内。在后牙中，上颌前磨牙显得比较特殊，因为它承受的是剪切力和压力的混合力，根管桩核的使用与否取决于具体的牙体情况，即当剩余牙体组织不足、临床牙冠显得过长或该牙受到明显的侧方力时建议放置根管桩；相反的如果临床牙冠较短，受力类型与磨牙相似，则可不使用根管桩。

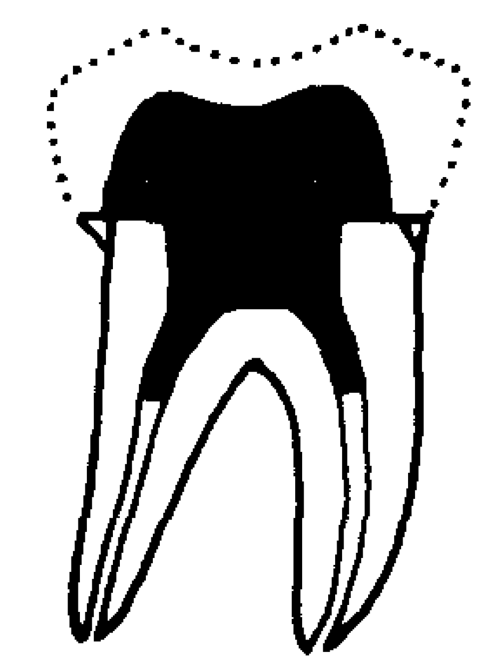


图8-15　银汞合金桩

2. 根管的情况　一般情况下，直而长的根管可进行根管桩修复，对于弯曲而短的根管，如果能预备出根管桩所需的间隙而不致引起侧穿等意外，也可选用，反之则为禁忌证。在临床上常见发生根管内吸收的情况，则可采用铸造桩核进行牙体修复，也可先用树脂类材料恢复缺失的根管牙本质，留出根管桩的位置，再用铸造桩或成品桩进行修复，这样可提高抗折力。

3. 根管桩的选择　在决定需要放置根管桩后，就应根据具体情况对根管桩进行选择。除了选择根管桩的类型外，还需考虑根管桩的长度和直径、表面粗糙度、粘接剂的类型等。

（1）根管桩的长度、直径及表面粗糙度：根管桩的长度与其固位力成正比，增加根管桩的长度可增强固位力，但根管桩的长度应在根管长度之内，且保证根方至少4mm长的牙胶尖，且不能发生根侧穿。虽然根管桩的直径增加可增强固位力，当根管桩直径的增加是以根管壁牙本质为代价，后者可大大增加牙根内的应力，使抗折力下降。因此，并不主张以增加根管桩的直径来增强固位力，应在保证根管桩本身抗折力的前提下，尽量使用小直径的根管桩，不要过分的扩大根管内径。

根管桩的表面粗糙度越大其固位力越强，预制桩表面通常已考虑了表面性能，对定制的铸造根管桩可进行喷砂或酸蚀刻以增加表面粗糙度，从而提高固位力。

（2）根管桩的粘固：当使用非自攻自断型根管桩时，由于根管桩与根管壁之间无摩擦固位力，常需进行桩的粘固，临床常见的粘接剂有磷酸锌、聚羧酸锌、玻璃离子粘固剂、复合树脂及复合体几类。磷酸锌类及玻璃离子类粘接剂由于操作方便而广泛使用，近年来树脂类粘接剂及复合体受到更多的关注，认为可提供更好的粘接力。值得一提的是，由于根管系统本身的复杂性，使得无法完全去除根管内的根充材料，氧化锌粘固粉类根充材料会影响树脂类材料单体间的聚合反应，影响提供的粘固力。目前对何种粘接剂能提供最好的固位力尚存争议，医生可根据不同的情况选用粘接剂，并无统一的标

准，粘接剂本身并不是影响根管桩修复体质量的直接因素，相比而言，根管桩本身的设计对固位力的影响更为重要。

根管桩修复是根管治疗后牙体修复的重要手段之一，但要发挥根管桩的最大功能，而避免其不良反应的发生，除了应正确的选择根管桩外，在操作中还应正规操作，防止对牙体组织的医源性损伤。而随着相关材料及器械的发展，我们相信在不久的将来会有更多更好、更安全、更高效的修复方法及材料，使根管治疗后的患牙能更好、更长久的行使功能作用，从而提高和完善患者的咀嚼功能。

第四节　嵌体修复

嵌体（inlay）是一种嵌入牙体内部，用以恢复牙体缺损区形态和功能的修复体或冠内固位体。嵌体修复术是预先制备成与窝洞相适应的固体团块，利用粘接剂将修复体粘固于窝洞中的一种修复技术。与汞合金充填、复合树脂直接充填等传统修复体相比，嵌体具有机械性能高、边缘微漏少、牙髓刺激性小、形态易恢复等优点，能够较好的恢复牙体的解剖形态与功能。

根据缺损牙面数，嵌体可分为单面、双面、多面嵌体及嵌体冠。根据制作材料可有金属嵌体、瓷嵌体、复合树脂嵌体、塑料嵌体、离体牙嵌体等类型。根据覆盖牙面的部分，可分为覆盖全部牙尖并高于𬌗面的高嵌体（onlay）、覆盖了牙冠的大部分和全部的嵌体冠、带有固位钉的钉嵌体（pinlay）。目前，随着数字化技术的发展，应用计算机辅助设计和辅助制作（CAD/CAM）嵌体已在临床应用。

一、复合树脂嵌体

为了克服复合树脂直接充填法出现的边缘微漏、物理性能不足、牙髓刺激性等问题，提出了复合树脂嵌体修复新技术。经过十多年的发展，该技术在后牙牙修复中有逐渐取代汞合金的趋势。

（一）适应证

复合树脂嵌体一般应用于Ⅰ、Ⅱ、Ⅴ类洞的修复,主要适用于有美观需求者、具有足够利于粘接的牙体硬组织窝洞、无牙过度磨损及夜磨牙症状者。对不易消除倒凹的窝洞、牙有明显过度磨损及夜磨牙症状以及洞形预备后不能提供足够抗力形、固位形者不适用。

（二）复合树脂嵌体的制作

1. 洞形预备　复合树脂嵌体的洞形预备除遵循常规窝洞预备的原则，去除软龋，尽量保留健康牙体组织外，应注意箱状洞形的轴壁向𬌗面外展 6°~9°；彻底消除倒凹,不采用特殊的固位形，如针道、沟固位形；点、线、角圆钝，避免洞缘斜面；保证嵌体厚度至少达 2mm。

2. 基底形成　目前最常用的垫底材料为玻璃离子粘固剂。在洞底近髓处可先用氢氧化钙覆盖，再用玻璃离子粘固剂垫底，从而达到保护牙髓，消除洞壁倒凹，减少边缘微漏的目的。

3. 初步成形　初步成形是指将复合树脂严密充填于已涂布分离剂的窝洞内，在光

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

敏灯照射下获得初步固化。临床上将初步固化直接完成于口内患牙上的制作方法称之为直接嵌体法；通过取模，在口外模型上完成初步固化的方法称之为间接嵌体法。两种方法仅雏形获得不同，在二期处理及粘固方法上并无差异，故两者修复效果亦无显著性差异。

二期处理是让初步固化的树脂团块在强光或高温、高压条件下获得进一步的聚合、固化。常用的二期处理条件为：在 Translux EC 光箱中二期强光固化 5.0 分钟；干燥箱中 140℃热处理 7.5 分钟；0.6MPa 120℃固化器中加热 7.0 分钟。为了阻止氧阻聚层形成，二期处理前应在初步固化的嵌体表面均匀涂布薄层分离剂。目前已证实，通过二期处理，树脂获得了均匀完全的聚合，传统充填法中树脂在窝洞中的缓慢固化收缩被转移至体外，消除了收缩应力对修复体/牙齿界面的破坏，提高了边缘密封性。此外，单体转化率的提高使得嵌体的机械性能显著增强。

4. 修复就位　就位前必须将洞壁及嵌体粘接面上分离剂冲洗干净，就位中若同邻牙接触不佳可在嵌体邻面用偶联剂和复合树脂进行添加直至接触合适，修整嵌体外形，粘接面不能磨改且不能出现明显气泡。

5. 嵌体粘接　粘接力主要指粘接树脂与嵌体、牙的粘接力，研究指出粘接树脂与嵌体的粘接力大于与牙釉质的粘接力。粘接前洞壁的打磨、酸蚀，有助于嵌体与牙齿间粘接力的提高。全酸蚀技术使洞壁不仅去除了玷污层，而且由于牙本质的脱矿，胶原呈网络状、蜂窝状，有利于粘接剂的扩散，形成突触式机械嵌合，从而提高了粘接力。粘接采用双向固化的树脂粘结剂，它具有亲水性高，易与牙体结合，且与嵌体材料热膨胀系数相似的优点。

6. 嵌体完成　在嵌体粘固于牙齿窝洞后，去除溢出多余粘接剂。干固后，以复合树脂精修钻和摩擦带对复合树脂嵌体的𬌗面及邻面进行抛光，以保证嵌体修复的良好连续性、适应性。

（三）复合树脂嵌体的优点

银汞合金是常用的后牙修复材料。相对于银汞合金修复体，树脂嵌体修复能更好的恢复牙体的形态和邻接关系。对难以取得良好抗力和固位的牙体严重缺损的患牙，树脂嵌体可以获得更好的固位，并提高余留牙体组织的抗力。树脂嵌体的应用还有利于减少汞害。

复合树脂直接修复的问题是边缘微漏、牙髓刺激、物理性能不足。嵌体修复中，复合树脂的聚合反应发生在口外，消除了材料固化收缩对粘接的影响，提高了修复体与窝洞的密合度和边缘封闭性。树脂材料在体外可以进行Ⅱ期固化，使聚合反应更加完善，提高了材料的机械物理性能。修复体固化后可以在口外进行打磨抛光，操作更加便利，能更好的恢复牙体的解剖形态和邻接关系。

与金属嵌体相比，树脂嵌体色泽美观，不会同口内其他金属修复体之间产生微电流。

二、金属嵌体

金属嵌体是金属全冠和部分冠共同被作为牙体修复的修复体或牙列固定桥修复的固位体，其制作材料先后采用金合金、钴铬合金。随着人们美观要求的提高，金属嵌体因其美观性差、边缘线长、牙体组织切割多、制作不便等问题而逐渐减少。

（一）适应证

金属嵌体适用于牙齿有明显磨损症状及夜磨牙患者、邻面洞过大、银汞合金修复多次折断者，尤其是邻面相吻合的窝洞，可作联嵌体；固定桥的基牙已有龋坏或要放置栓体、栓槽附着体者，可以设计金属嵌体作为基础固位体。对美观要求过高者、前牙区缺损的修复、青少年的恒牙和儿童乳牙，因其髓角位置高不宜作嵌体，以免损伤牙髓者、缺损区范围小而表浅者等均为禁忌证。

（二）金属嵌体的制备

洞形预备与复合树脂嵌体相比区别在于箱状洞形的轴壁仅微向𬌗面外展2°~5°，甚至可彼此平行；底平，壁直，点、线、角清晰；一般在洞缘釉质内预备出45°的短斜面，宽度约1.5mm，利用金属的延展性，在粘固前可以研压得与牙体很密合；在各轴壁可预备出钉、沟等特殊固位形加强固位。

蜡型制作是制作嵌体的重要步骤，制备的蜡形应达到如下要求与预备的洞形完全密合，没有缺陷；尽量恢复患牙的正确解剖外形，边缘整齐无菲边；建立良好的咬𬌗及邻牙接触关系；表面光滑，残余应力少，蠕变达到最低强度，体积恒定，外形不变。

为了加强粘接效果，粘固前金属嵌体应作特殊处理，如组织面喷砂，电解蚀刻，涂布金属表面激活剂、偶联剂。在粘接剂上，传统采用的磷酸锌粘固粉对牙髓刺激较小，是电、热的不良导体，但对牙体和金属材料的粘接力较低。聚羧酸锌粘固粉对牙髓刺激性小，粘接力较高。树脂类粘接剂近年来也用于金属嵌体。不论何种粘接剂，均应在有效期内，严格按说明使用。最大粘接剂厚度一般不得超过30μm。

（三）金属嵌体的特点

与复合树脂嵌体相比金属嵌体的显著优点在于机械性能好，长期承受咀嚼压力而不折断。可作固定桥固位体。但因美观性差， 牙体组织切割多，应用减少。

三、CAD/CAM嵌体

70年代法国人Duret等首次将计算机辅助设计和制作（Computer Aided Design/ Computer Aided Manufacturing CAD/CAM）的概念引入了口腔领域。80年代中期相继出现了多个研究系统，如法国的Duret系统，瑞士的Cerec系统，美国的Rekown系统等。用这些系统可在30~110分钟内为患者制作出可切削的陶瓷或金属嵌体。

（一）CAD/CAM系统的制作原理

利用光-电原理将牙体预备后的三维形态以光电采集工作端采集信息，形成“光学印模”，再将光学信息数字化输入计算机，在屏幕上显示三维立体图像及光学“工作模"，然后再在图像上确定修复体的雏形，经仔细修改后形成“计算机蜡型”。最后，计算机把这些信息作为控制参数输入一台微型自动铣床，把事先固定好的修复材料切削成修复体形状，完成修复体制作。

（二）CAD/CAM嵌体的特点

CAD/CAM嵌体是生物医学工程中高技术的结晶，摆脱了义齿制作繁琐的工艺，减轻了劳动强度。病人只需就诊一次，即完成了修复，节省了时间。修复过程中，自动化程度高，除牙体预备外，义齿制作过程基本实现自动化。嵌体外形精确，与洞壁密合度高，边缘微漏小。义齿制作中不需印模材料，暂冠及技工室，因此节省了人力、物力。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

嵌体完成后修改、加工、调整也十分容易、方便。

（三）CAD/CAM 嵌体的制备

牙体预备的要求与制作材料相关，使用金属材料则同金属嵌体，陶瓷材料则同瓷嵌体。修复体在铣床上完成后，取下，切掉修复体上夹具卡抱柱，手工磨光。若为陶瓷，根据需要在烤瓷炉内上釉，口内试戴适合后常规粘固完成。

四、其他类型的嵌体

（一）瓷嵌体

瓷嵌体最早出现于 1913 年，当时因制作困难失败率高，使用很少。随着制作工艺及材料学的发展，瓷性材料特有的优越性，瓷嵌体在临床应用增加。复合树脂嵌体相比，两者主要区别是瓷嵌体与洞壁的边缘更密合，微漏小，耐磨性强于复合树脂嵌体；瓷嵌体较复合树脂嵌体脆性大，易折裂；瓷嵌体一旦制作完成，修改、调整不容易；瓷嵌体的制作较复合树脂嵌体繁琐。三年临床疗效观察，瓷嵌体磨损率高。

（二）金-瓷嵌体

金-瓷嵌体是一种目前临床应用较广且修复效果较好的嵌体。它结合了金属嵌体与瓷嵌体的优点，具备了良好的机械性能和美观性，边缘微漏明显减少。

第九章 牙外伤

牙外伤（traumatic dental injuries）是指牙齿的急性损伤，包括牙体硬组织的急性损伤和牙周组织的急性损伤。前者累及牙釉质、牙本质、牙骨质和牙髓，后者累及牙周膜、牙槽骨和牙龈粘膜，这些损伤可单独发生，亦可同时发生。对部分牙外伤患者，应注意是否同时伴有颅脑、颌骨或身体其他部位的损伤。

牙外伤在儿童和青少年人群中较多发生。许多国家对不同年龄组人群牙外伤发生情况进行了统计分析。流行病学资料表明，在不同的国家和地区，牙外伤发生率介于5%~35%之间。在美国，6~50岁的美国人中25%发生过牙外伤，其中最常见的是牙冠折。在儿童中，乳牙和恒牙牙外伤的发病高峰年龄段分别是2~3岁和9~10岁。其中，男孩略高于女孩。在一些欧美国家，牙外伤在儿童和青少年人群中的罹患情况将有超过龋病和牙周病的趋势。

第一节 分 类

牙外伤可以根据病因、解剖、病理、临床或治疗预后等不同的依据进行分类。20世纪50年代，儿童牙医GE Ellis首次提出牙外伤的通用分类。随后世界卫生组织（WHO）在此基础上进行了改进，使之成为目前国际通用的分类标准。该分类使医生和患者较容易理解不同类型的牙外伤，并易于选择恰当的治疗方法。90年代Andreasen又在解剖、病理、临床、治疗及预后的综合考虑基础上对WHO标准进行了补充，该分类除了包括牙齿及牙周支持组织，还将牙龈和粘膜软组织的损伤也包括进来。而我国临床属口腔内科诊治的牙外伤实际则主要考虑了牙体组织及牙周膜的损伤，根据牙外伤的临床表现进行分类。下面将几种有代表性的分类列举于后，以供临床参考。

一、牙外伤WHO标准

（一） 牙釉质折裂

牙釉质折裂只累及牙釉质，包括牙釉质裂纹和牙釉质碎裂，前者无牙釉质的丢失，后者有牙釉质的缺损。

（二）未累及牙髓的冠折

无并发症的牙冠折裂，累及牙釉质和牙本质，牙髓未受累。

（三）累及牙髓的冠折

牙冠折裂，累及牙釉质和牙本质，牙髓暴露。

（四）根折

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

只有牙根折裂，累及牙骨质、牙本质和牙髓。

（五）冠根折

累及牙釉质、牙本质和根部牙骨质，牙髓可累及，也可不累及。

（六）牙脱位

1. 牙震荡　累及牙周膜，牙齿无移位，无不正常的松动，但对叩诊敏感。
2. 半脱位　累及牙周膜，牙齿松动度增加，但无移位。
3. 侧向脱位　牙齿向侧方移位，但很牢固无松动。
4. 外伸性脱位　牙从牙槽窝里向冠方部分撕脱出，很松动。
5. 嵌入性脱位　受到一个根向的暴力使牙齿轴向牢牢地嵌入牙槽骨中。

（七）牙撕脱

牙齿完全从牙槽窝里脱出，无或有少量牙龈软组织相连。

（八）牙槽突折裂

牙槽窝或牙槽突的骨折。

二、Andreasen 标准

（一）牙硬组织和牙髓损伤

1. 牙釉质裂纹
2. 牙釉质折裂
3. 未累及牙髓的冠折
4. 累及牙髓的冠折

（二）牙硬组织、牙髓和牙槽突损伤

1. 冠根折
2. 根折
3. 牙槽窝壁骨折
4. 牙槽突骨折

（三）牙周膜损伤

1. 牙震荡
2. 半脱位
3. 外伸性脱位
4. 侧向脱位
5. 嵌入性脱位
6. 牙撕脱

（四）牙龈及口腔粘膜损伤

1. 牙龈粘膜的撕裂伤
2. 牙龈粘膜的挫伤
3. 牙龈粘膜的擦伤

三、常用临床分类

（一）牙折

1. 冠折
2. 根折
3. 冠根联合折

(二) 牙震荡

(三) 牙脱位

1. 部分脱位
2. 嵌入性脱位
3. 完全脱位

第二节　检查和诊断方法

对前来就诊的急性牙外伤患者，为了快速准确地判断牙体硬组织、牙髓、牙周及相关组织的损伤情况，进行完整系统的检查十分重要。

一、问　诊

损伤发生的时间、地点、方式是问诊的重要内容，尤其对于牙脱位的患者很重要，直接影响到治疗方法的选择及预后。同时，还应询问有无咬殆障碍，咬殆关系紊乱提示可能有牙脱位、牙槽骨折、颌骨骨折、或颞下颌关节骨折。另外，询问患者有无头痛、恶心、呕吐、昏迷等症状，有助于判断是否合并颅脑损伤。还应了解患牙外伤前的情况，例如是否有龋坏、牙髓病变、牙周病变等，可以帮助解释损伤后X片中的一些现象。最后，患者的系统病史和用药史也是问诊时应该询问的内容，特别是老年患者、妊娠妇女及有某些慢性系统性疾病的患者更为重要。

二、视　诊

首先对患者的精神状态及损伤的范围有一个初步的印象，可以帮助判断仅是局部的损伤,或合并有全身其他部位的损伤。视诊时应观察有无颌面部软组织或牙龈粘膜软组织的出血、撕裂、肿胀以及有无异物存在。检查有无牙体组织的缺损及临床牙冠的伸长，冠部牙折线的位置及走向，有无牙髓组织的暴露等。

三、松动度测试

损伤患牙松动度的检测可以帮助判断牙外伤的类型。牙齿的松动度分为0~3级，0级表示无松动，1级表示水平松动度小于1mm，2级表示水平松动度大于1mm，3级表示有轴向的松动。值得注意的是0级松动既可表示有正常的生理动度，也可以是因侧向或嵌入性牙脱位而引起的嵌锁于牙槽骨里的现象。轴向的松动提示可能有牙脱位。另外，还应注意是一个牙松动，还是一组牙松动，后者提示可能有牙槽骨的骨折。

四、叩　诊

对叩诊的反应可以检查出牙周膜的损伤程度。如牙震荡的患牙，其他临床检查不一定有阳性症状，但在叩诊检查时极其敏感。另外，从唇面的水平叩诊可以产生或高或低

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

的声音。金属样的高声调提示牙齿有嵌锁在牙槽骨里的可能（如侧向或嵌入性牙脱位）。

五、X 线 检 查

X 线检查在牙外伤的就诊和随后的复诊中都是非常有价值的检查方法。对于脱位或根折的患牙，X 线片都可较清楚地反映损伤的情况；对随访中因牙外伤而继发的根尖周炎症、根管内吸收、钙化、牙根外吸收等病变，X 线检查是关键的诊断手段。

第三节 临床表现和治疗

一、牙 折

牙折的常见原因是外力的直接作用。发生在前牙的牙折多因车祸、跌倒、殴打、运动等原因造成；而后牙的牙折多因进食时突然咬到砂石、碎骨等硬物而发生。由于外力的大小和作用方向不同，牙折断的部位及所累及的范围也有所不同。通常按部位可分为冠折（图 9–1）、根折（图 9–2）和冠根联合折（图 9–3），根据其是否累及牙髓，又分为露髓和未露髓两类。

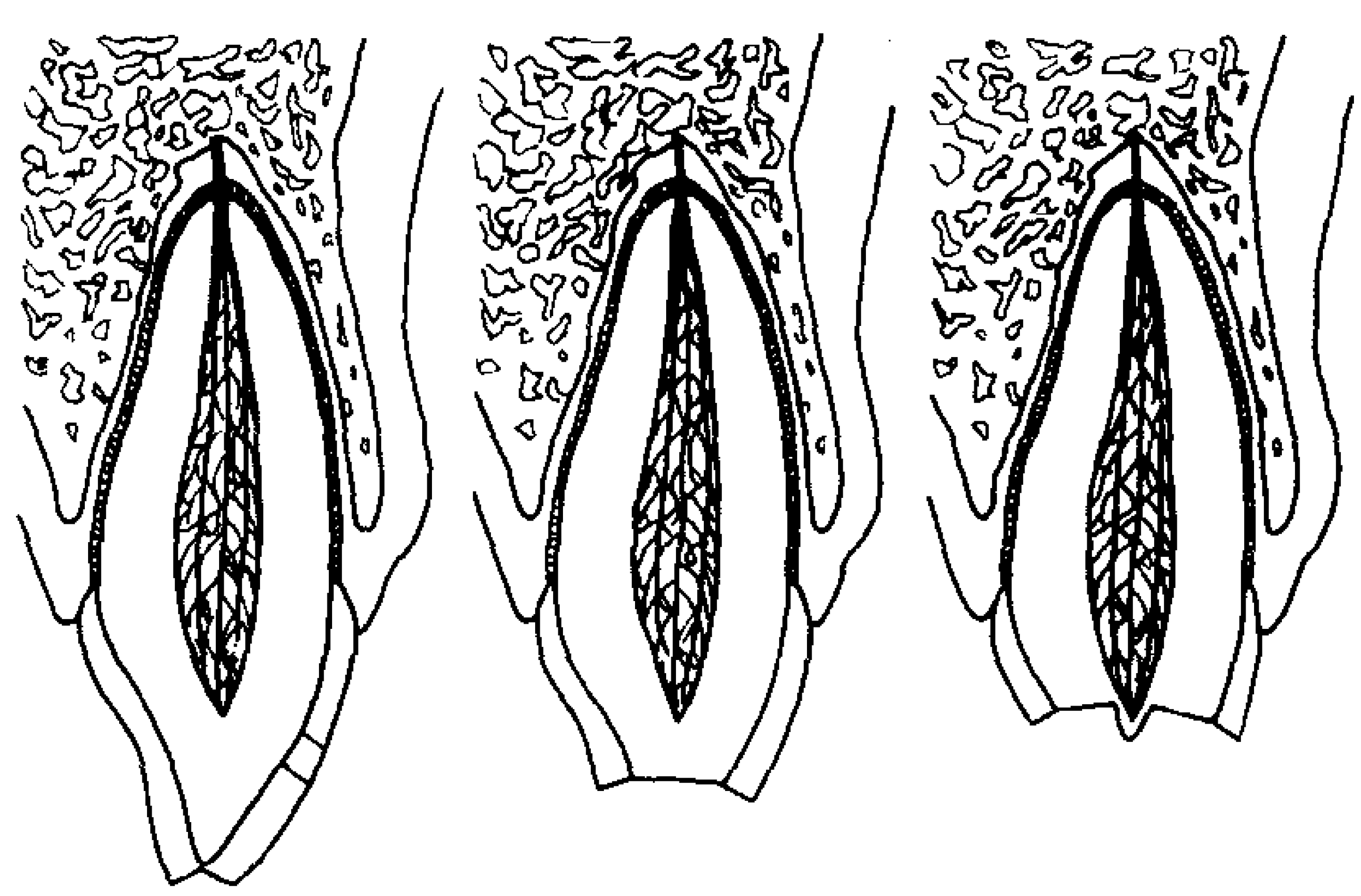


图 9–1 冠折

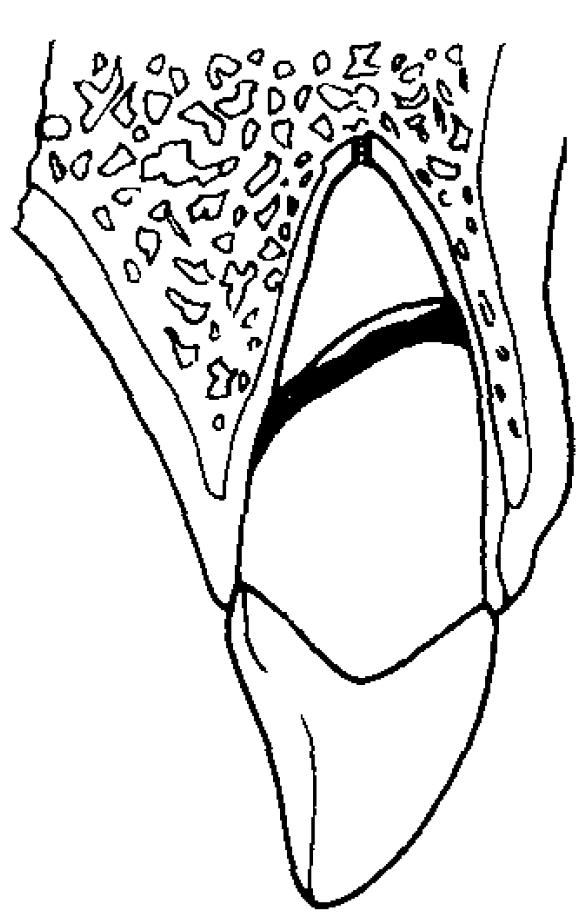


图 9–2 根折

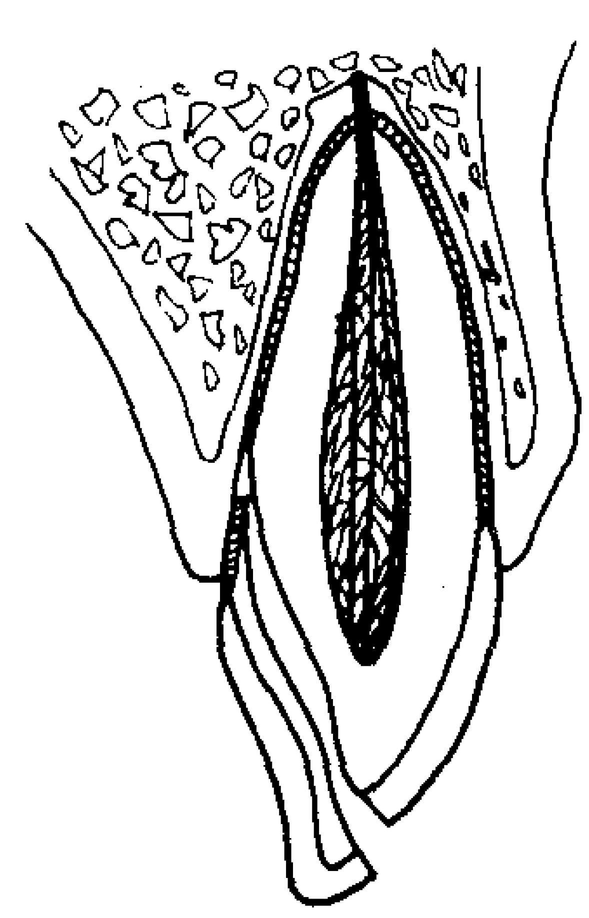


图 9–3 冠根折

（一）冠折

冠折累及牙釉质和牙本质，单纯的牙釉质裂纹是无牙体硬组织缺损的牙釉质折裂，在釉质表面可见垂直向、斜向或分支状的裂纹，裂纹深度仅限于釉质层。患牙可以无症状，或对冷、热、酸、甜刺激稍敏感。一般单纯的牙釉质裂纹不会引起牙髓的炎症。发生于牙釉质和牙本质的折断，前牙可为横形和斜形的折线，后牙可为斜形和纵形的折线。缺损只累及牙釉质的牙釉质折断，多数患牙无明显症状，缺损较大同时累及牙釉质和牙本质时，常有对冷、热、酸、甜刺激敏感等牙本质过敏症状，牙髓可能暴露，也可能不暴露。近髓或露髓的患牙如治疗不及时，常可引起牙髓感染而出现牙髓炎的症状。

对于冠折的患牙，治疗前首先应了解冠折的范围和判断牙髓的状态。单纯的牙釉质裂纹短期内不会发生完全性折断，一般不需任何处理，咬殆较紧时可适当调和以减小咬殆力；对有敏感症状的患牙，可适当进行脱敏治疗。无牙髓受累者，缺损小的冠折只需将锐利边缘调磨光滑即可；或直接用复合树脂修复牙齿外形；牙本质敏感者可先用氢氧化钙间接盖髓，高粘性玻璃离子粘固剂暂时覆盖牙本质，1~2 个月后待有修复性牙本质形成再换用复合树脂修复或做冠修复。对牙髓暴露或已有牙髓症状者，牙根已完全发育的成熟牙应作根管治疗，对牙根没发育完全的年轻恒牙应根据牙髓暴露的多少和污染程度选择作直接盖髓术或活髓切断术，以利于牙根的继续发育。对缺损面积大的患牙，可增加固位钉帮助固位或作桩冠修复。值得注意的是，牙齿的永久性修复应在受伤后 6~8 周进行，尽量避免牙体预备时的医源性刺激。对于活髓牙，应在治疗后第 1、3、6 个月及 1、2 年定期复查，以了解牙髓的活力情况以及年轻恒牙牙根形成情况，对已有牙髓或根尖周病变的患牙，应作牙髓摘除。

（二）根折

外伤性根折较冠折少见，多发生于牙根已发育完全的成熟恒牙，因为年轻的恒牙与周围支持组织的结合不如成年人牢固，在受到外力撞击后常常发生脱位或撕脱，一般不发生根折。根折按其部位可分为颈 1/3、根中 1/3、和根尖 1/3 处根折，其折裂线可为水平型或斜型。

根折部位的不同，其临床症状也不同。折线位于颈 1/3 处，牙齿松动度为 2~3 级，牙冠向切方伸长，或向唇、腭侧错位，龈沟出血，触痛，叩痛明显。折线越接近根尖，冠段的动度越小，但对于多根牙却不一定如此。有的根折早期无明显症状，数日或数周后由于根折线处软组织水肿，使根折断片分离，逐渐显现出咬殆痛、叩痛等症状。

根折的检查除一般的临床检查外，X 线检查是其诊断的重要依据。一般根折患牙在 X 线片上可见透射的根折线将牙根分为两段或两段以上。根段留在原位，冠段常有移位。但值得注意的是，X 线片并不能显示全部根折病例。摄片角度的不同将影响折裂线的显示，研究报道，当 X 线中心线与根折线形成的角度大于正、负 15°~20°时，就很难观察到根折线。

根折的治疗因其折断部位的不同，所选择的治疗方法也不一样。其治疗原则是位于牙槽骨内的根折，应尽早固定，促进其自然愈合；与口腔相通的根折，在拔除冠段后尽量保留根段牙根。一般认为越靠近根尖区的根折其预后越好，而与口腔相通的根折，其治疗及预后较复杂。

折线位于龈缘下颈 1/3 与口腔相通的根折，应拔去冠段牙折片，如根段牙根长度不

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

短于该牙牙冠长度且牙周组织正常者，可采用切龈术切除少量牙龈，暴露牙根断面后进行根管治疗后行桩冠修复；折线位置较深、低于牙槽嵴顶下 2mm 者，则可考虑正畸牵引术，4~6 周后行桩冠修复。

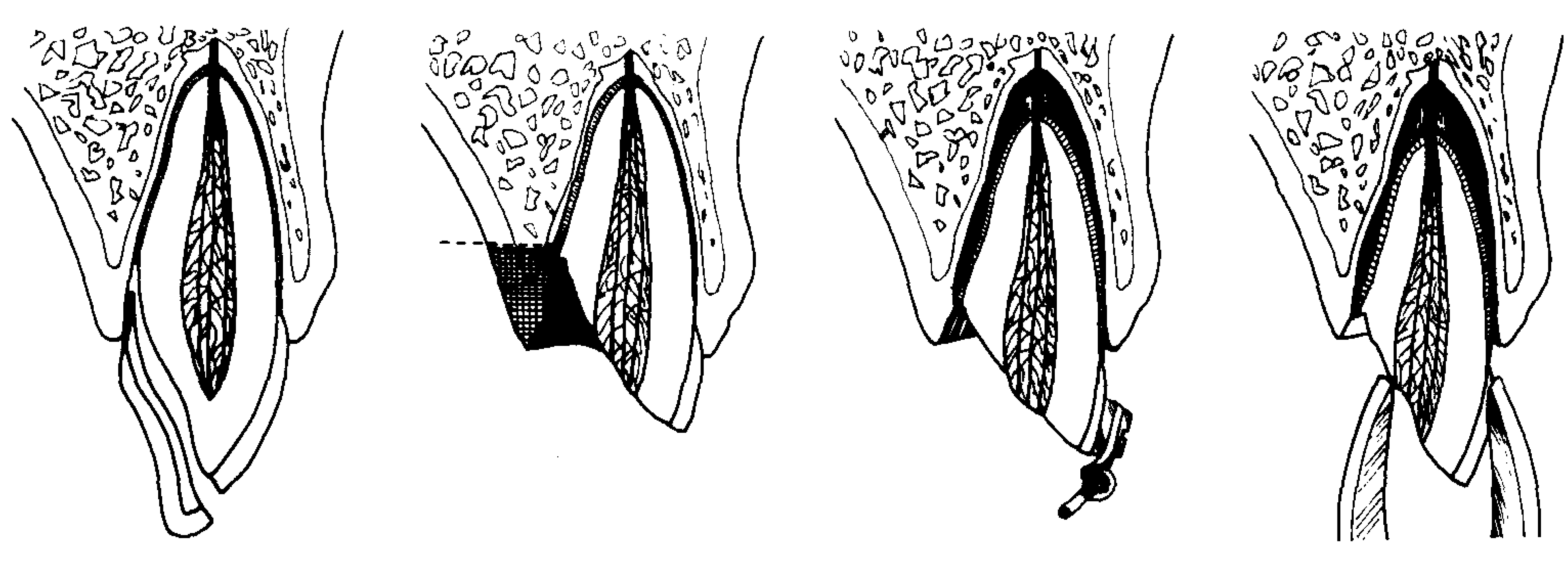
对于根中 1/3 折断的患牙，将冠段复位后用夹板固定。粘接夹板技术是固定根折的最简便方法，其主要原理是利用酸蚀粘接技术将患牙同两侧的邻牙固定在一起，4~6 个月待根折愈合后再去除夹板。

一般复位后根折的愈合有三种情况：①硬组织愈合：当牙根断端相接紧密，且冠段无活动时，则可在根折处有不规则牙本质或牙骨质形成，使两端形成钙化连接。临床检查牙不松动，牙髓活力正常或稍下降，X 线片上隐约可见一细小根折线。②结缔组织愈合：当牙根断端之间间隙较大，牙稍有活动时，断端之间不形成钙化连接，有牙周膜侵入并附着于两断片上，断片的锐边由于表面吸收而变圆钝。临床检查牙齿稍有松动，牙髓活力正常或稍下降，X 线片上可见明显的根折线，髓腔可能有钙化影像。③肉芽组织形成：当根折的冠段移位严重，冠部牙髓感染并发生坏死，引起根折线处炎性肉芽组织的形成，但根尖段牙髓可能仍有活力。临床上牙齿明显松动、变色、叩痛、伸长，牙髓无活力，X 线片上可见根折线较宽，其周围伴有牙槽骨的吸收。

（三）冠根折

冠根折同时累及牙釉质、牙本质和牙骨质，牙髓常暴露。一般冠根折为斜折，纵折较少，但应注意粉碎性的冠根折，可能有多个折片。

对于牙根未完全形成的冠根折患牙，可用氢氧化钙糊剂先诱导牙根形成后再作牙髓及修复治疗。对于成熟牙，凡可保留的剩余牙体均应在根管治疗后采用切龈术、正畸牵引术或直接用拔牙钳拉出复位固定后行桩冠修复（图 9-4）。对于纵折牙，可试着作根管治疗，但往往预后不好，多数常拔除。



a b c d

图 9-4 冠根折的治疗

a. 冠根折 b. 切牙龈术 c. 正畸牵引术 d. 拔牙钳拉出复位

二、牙 震 荡

牙震荡是在骤然的外力作用下引起的牙周膜的轻度损伤。损伤只累及牙周膜，无牙体硬组织的缺损。受伤后的牙齿有不适感，无移位，无不正常的松动，但对叩诊敏感，

X线片显示牙根位于牙槽窝的正常位置。牙髓电测试反应不一，通常受伤后反应迟钝，数周或数月后才恢复正常；如较重的牙震荡，可引起牙髓的逐渐坏死，牙齿变色，牙髓电测试无反应。

一般患牙不需要特殊治疗，预后较好。患者在受伤后 2 周内进食软食，可进行适当调𬌗，以减轻患牙的咬𬌗负担。受伤后第 1、3、6、12 个月应进行复查，观察有无变色，必要时作牙髓电测试及 X 线检查，对已发生牙髓坏死的患牙应及早作根管治疗。

三、牙 脱 位

在外力的作用下牙齿脱离牙槽窝的现象称为牙脱位。碰撞是引起牙脱位的最主要原因。由于外力作用的大小、方向不同，牙脱位的类型也不相同。

（一）半脱位

半脱位牙临床表现为患牙稍有伸长感，在咬𬌗时有早接触，疼痛，龈缘出血，牙轻微松动，但无牙移位（图 9–5）。X 线片示牙位于正常牙槽窝内。

如果牙齿有咬𬌗障碍，治疗时可适当进行调𬌗，1~2 周内进食软食，让患牙充分休息。一般无特别注意事项，只有少数患牙需要休息半年到一年。

（二）外向脱位

外向脱位的牙松动度明显增加，有疼痛、移位、龈缘出血等表现，牙伸长感明显，伴有咬𬌗障碍（图 9–6）。X 线片示牙根尖与牙槽窝壁之间的透射间隙增加。

外向脱位牙应在局麻下用手轻柔复位，恢复其正常的咬合关系后用夹板固定 2~4 周后再去除夹板。复位当时和复诊时均应照 X 线片，以了解硬组织变化、牙根或牙槽骨吸收破坏程度。复位后 3、6、12 个月进行复查，若发现牙髓坏死，应及时作根管治疗。一般来说，根尖孔未发育完全的牙牙髓坏死较少，但易发生髓腔钙化阻塞；而成熟牙则相反。如有牙髓坏死，则常引起牙根吸收。

（三）侧向脱位

侧向脱位的牙，松动度不增加，甚至有嵌牢的感觉，牙根尖多为唇舌向移位，叩诊时能听到音调较高的金属音。X 线片示牙根偏移，根尖周牙槽窝空虚。侧向脱位的牙，常常伴有牙槽窝壁或牙槽骨的骨折。

由于侧向移位的牙常常被锁牢在一个新位置，故需要在局麻下用手或钳子将其复位



图 9–5　牙半脱位

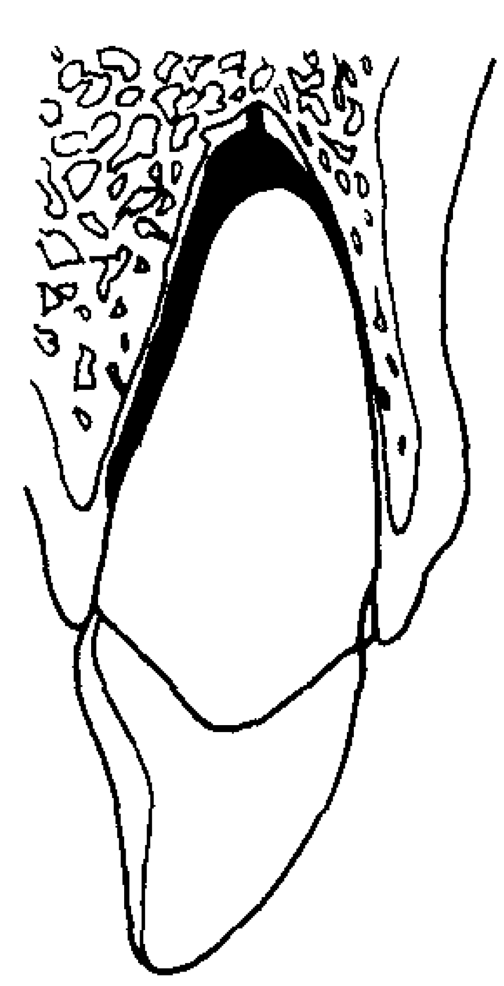


图 9–6　外向脱位

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

到正常位置，如伴有牙槽窝壁或牙槽骨的骨折，应同时将牙槽窝壁或牙槽骨复位。检查咬殆关系，并摄X线片确认是否正确复位，再用夹板固定至少3~4周以上。对于根尖孔未发育完全的牙，定期复查时牙髓活力测试及X线检测都是非常必要的，复查X线片如有边缘性牙槽突吸收，则应继续固定3~4周；而对于成熟牙，由于根周血供较差，牙髓多发生坏死，常在夹板去除之前作根管治疗。

（四）嵌入性脱位

嵌入性脱位的牙其殆面或切缘低于正常，临床牙冠变短。龈缘有渗血，牙齿不松动，牢牢地轴向嵌锁到牙槽骨中，叩诊时能听到高调的金属音。X线片示嵌入性脱位牙根尖区的正常牙周膜间隙变窄或消失。

对于根尖孔未完全形成的年轻恒牙，不可强行拉出复位，以免造成更大的创伤，诱发牙根和边缘牙槽突的吸收。可在局麻下用拔牙钳将其轻轻地松离锁扣位置，对症处理，任其自然萌出。多数患牙在半年内能萌出到原来位置。一般在外伤后1、3、6个月定期复查，如一旦发现牙髓坏死，应及时拔髓，作根尖诱导成形术。

对于成熟牙，一般不能自行萌出，应及时复位并固定2~4周，在去除夹板之前应作根管治疗。因为这些牙通常发生牙髓坏死，并容易发生牙根吸收。

（五）牙撕脱

牙撕脱即牙完全性脱位，指的是在较大外力作用下牙齿完全从牙槽窝里脱出，部分可有少量的牙龈软组织相连。临床上见牙槽窝空虚，流血或充满血凝块，可伴有牙龈软组织的撕裂和牙槽突的骨折。X线片示牙槽窝空虚。

对于完全性脱位牙的治疗，通常多采用牙再植术治疗。但患牙离体时间、体外保存方式、患牙发育状态、患牙自身牙体牙周的状况及患者全身状况决定了治疗方案的选择及预后情况。为增加再植的成功率，

再植前应考虑：

1. 脱位牙离体时间的长短　对于根尖未发育完全的年轻恒牙，若就诊及时在半小时内进行再植者，牙髓常常能继续存活，而不必拔除牙髓，其再植成功机会较高，而牙根吸收的发生率较低。对体外超过2小时以上的患牙，95%的病例都会发生牙根吸收。

2. 体外保存方式　为减少脱位牙离开牙槽窝的时间，尽可能在受伤地点将脱位牙复位于牙槽窝内。如牙污染较严重，应用自来水冲洗被污染的离体牙10秒钟，将其置于患者舌下或口腔前庭沟，也可放在有牛奶、生理盐水或冷自来水的容器里，防止脱位牙的干燥，并尽快到医院就诊作进一步的再植复位固定和抗感染治疗。值得注意的是，用手拾捡离体牙时，尽量接触牙冠端，而不要握捏牙根。

3. 患牙发育状态　对于根尖未发育完全的年轻恒牙，就诊及时牙髓常常能继续存活，而对于牙根已发育完全的成熟恒牙，牙髓不可能重建血运循环，多发生坏死，进而引起炎症性的牙根吸收或根尖周病变。

4. 患牙自身牙体牙周的状况　了解患牙在外伤前有无较严重的龋坏及牙槽骨的吸收破坏，因为这影响到患牙外伤后牙髓及牙周支持组织的修复能力，同时再植前患牙牙体牙周的病历资料，也可以帮助分析复诊检查时的病变现象。

5. 患者全身状况　对于一些有系统性疾病如感染性心内膜炎、糖尿病、免疫力低下的患者，一般不再考虑对脱位牙进行再植。

对于能立即复位的脱位牙，先用生理盐水轻轻冲洗脱位牙表面，一些明显的污物应用湿润的小棉球除去，牙槽窝内的血凝块应在局麻下用生理盐水冲掉，然后将脱位牙置入牙槽窝，用手指轻缓地压入到正常位置。如在复位过程中遇到阻力，不可强行复位，应再仔细检查牙槽窝内有无骨折或异物，清理牙槽窝后再复位。用半固定夹板固定，适当应用抗生素，如牙齿污染较重，应常规使用破伤风抗毒素。

对立即再植的患牙，夹板在2周左右后可去除。如果是不可能重建牙髓血运循环根尖孔已形成的成熟恒牙，则在去除夹板前拔髓，完成根管治疗；如是根尖孔没形成的年轻恒牙，在去除夹板前拔髓，用氢氧化钙糊剂充填，18个月后待根尖屏障形成后换用牙胶充填。所有患者在术后2~3周内都应常规进行X线片检查，尤其对于根尖孔未完全形成的患牙，此时可以观察到根尖周有无炎性吸收的表现。随后在2、6个月及1，2，5年应定期复查，观察牙根有无吸收破坏，或牙根与周围牙槽骨有无骨性粘连发生。在根尖屏障形成之前，一旦X线片发现根管内的氢氧化钙糊剂有吸收，则需更换氢氧化钙糊剂，直到根尖屏障形成。

对离体时间较长的成熟脱位牙，牙髓和牙周膜内细胞发生坏死，不可能期望牙周膜的重建，这时“再植”变为“种植”，就诊后应采取以下方法：

先用刮匙将坏死的牙周膜从根面刮去，体外开髓拔髓并进行根管预备，将预备好的牙放入2% NaF溶液中（pH=5.5）浸泡20分钟，取出后完成根管充填。再用生理盐水冲洗牙根表面2分钟，将其置入局麻下搔刮去血凝块的牙槽窝内。用固定夹板固定6周以上。体外用NaF溶液处理根面，可加强牙根表面对破骨细胞的抵抗能力，从而减少牙根吸收。

再植牙愈合的三种形式：

（1）牙周膜愈合：牙与牙槽骨之间形成正常牙周膜。这种机会较少，仅限于脱位牙离体时间较短的牙。

（2）骨性粘连：牙根的牙骨质和牙本质被吸收并由周围的骨质修复替代，从而使牙根与牙槽骨紧密相连。

（3）炎性肉芽组织：牙根面和根周牙槽骨均有吸收破坏，由炎性肉芽组织替代。

四、乳牙外伤

乳牙外伤常发生在2~3岁的儿童，前牙多见。跌倒是造成乳牙损伤的主要原因。其临床表现大致与恒牙相同，值得一提的是，当发生嵌入性脱位时，应注意有无累及乳牙根下方的恒牙胚。X线片是最有价值的诊断依据。当前牙发生嵌入性脱位时，牙片上对称发育的同名恒牙胚切缘可能不在一个平面上，患牙根尖与相应恒牙胚切缘之间的距离较同名健牙减小（图9–7）。

乳牙外伤的治疗原则是促进乳牙牙髓及牙周组织修复，避免恒牙胚的进一步伤害。对于牙折的乳牙，没有并发症的只需调磨光滑锐边，露髓牙则通常拔除。牙震荡和半脱位牙一般进行观察，外向性脱位和完全脱位牙通常拔除，而不需要复位。侧向脱位的乳牙牙冠常腭向错位，故根尖远离恒牙胚，如无咬合障碍，可任其自然萌出。只有在嵌入性脱位时如乳牙根直接嵌入恒牙胚时，需及时拔除，否则任其自然萌出。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取



图 9-7 乳牙嵌入性脱位

第四节 牙外伤的并发症

由于牙外伤的类型及程度不同，其预后也不相同，常引起的并发症。

一、牙 髓 炎

冠折近髓的患牙常因就诊不及时，牙髓组织通过暴露的牙本质小管，在外界的刺激下而发生牙髓炎症。

二、牙 髓 坏 死

牙折露髓或脱位牙易发生牙髓坏死，其发生率占嵌入性脱位的 96%。根尖发育完全的牙较根尖孔未闭合的牙更易发生牙髓坏死。

三、髓腔变窄或消失

常发生于有牙髓活力的外伤牙。轻度牙外伤后由于髓腔内钙盐的加速沉积，引起髓腔变窄或消失。半脱位的牙远期可发生此现象。对于牙根未完全形成而保髓治疗的患牙，更易发生髓腔变窄或消失。嵌入性脱位牙，因其易发生牙髓坏死，故很少发生髓腔闭塞。

四、慢性根尖周炎

外伤牙常因治疗不及时或损伤程度较严重，导致牙髓坏死后继发慢性根尖周炎。瘘道型慢性根尖脓肿和根尖肉芽肿较为常见，较大的根尖囊肿常发生于外伤后久不治疗的年轻恒牙。

五、根 外 吸 收

牙根外吸收常在外伤后 3~8 周就能发现。牙根的表面吸收表现为不伴有相应牙槽骨

硬板破坏的牙根表面的小坑状缺损，而炎性吸收则表现为伴有相应牙槽骨硬板破坏的牙根表面的较大的 X 线透射区，再植后其吸收的牙根表面的牙骨质和牙本质由修复性牙槽骨替代，表现为牙周膜间隙消失的骨性粘连。边缘牙槽突吸收，牙周组织的损害加重。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

第十章 牙体慢性损害性疾病

第一节 磨 损

由于机械性摩擦作用而造成的牙体硬组织缓慢渐进性缺损称为磨损（abrasion）。磨损分为生理性磨损和非生理性磨损，前者被称为磨耗（attrition）。

一、病 因

磨耗是指牙齿咬䶮关系一旦建立，牙齿在行使咀嚼功能时，牙齿与牙齿之间接触来回运动，使牙釉质和一部分牙本质消耗。牙齿在行使生理咀嚼功能时，牙齿之间相互接触而导致牙体组织丢失，它是人体的一种增龄性生理反应，具有协调牙周组织和咀嚼功能的作用。随着年龄增加，牙周组织逐渐萎缩，临床牙冠增长，如牙尖维持原有高度，则可造成侧向咬䶮压力过大而损害牙周组织。一般情况是随着年龄增加，牙齿磨耗严重程度逐渐增加，降低牙齿的临床牙冠长度，从而使牙齿的冠根比例维持在正常的生理范围内，有利于牙周组织的健康。

如果存在咬䶮关系异常如牙齿排列不整齐、缺牙、单侧咀嚼、咬䶮过紧、紧咬牙、夜磨牙、喜吃硬的食物习惯、亢进的咬䶮力、牙齿矿化不良等原因，可加速牙齿的磨耗进度。由于以上原因的参与而引起的牙齿磨耗称为咀嚼性磨损。

牙齿由于其他机械刺激而引起的牙齿硬组织缺损则称之为非咀嚼性磨损。牙齿磨损常常由于牙刷质地过硬，牙膏颗粒太粗，刷牙方式不正确，卡环卡抱力量过大，义齿边缘摩擦、其他不良习惯如咬针线、咬电线、咀嚼茶叶、烟叶、喜嗑葵瓜子以及职业因素如吹号、咬金属线等原因所引起。

牙齿磨损的程度取决于牙齿的硬度、食物的硬度、咀嚼习惯和咀嚼肌的张力等。磨损程度与患者的年龄、食物的摩擦力和咀嚼力成正比，而与牙齿的硬度成反比。

二、分级及临床特点

根据牙齿磨损程度不同磨损分为三级（Whittaker 法）：

（一）Ⅰ级磨损

磨损局限于牙釉质内；患者无明显不适，检查发现牙齿的咬䶮面釉质仅出现小而光亮的磨损，表面光滑平坦，探诊、温度诊无不适。

（二）Ⅱ级磨损

磨损累及牙本质，局部牙釉质被完全磨损，但只暴露少量牙本质；随着牙本质暴露

面积增大，患者出现遇冷、热、酸、甜产生一过性不适症状，尤其对机械摩擦刺激特别敏感。表现为在行使咀嚼食物功能时，患牙感酸软不适，咀嚼乏力。在进食冷热饮料、甜食特别是糕点粘附于暴露的牙本质处，患牙酸软难忍。临床检查：视诊，磨损面表面光滑平坦，牙本质处凹陷较深，呈黄色，食物色素沉积后呈褐色，当伴有龋坏时则呈暗褐色；探诊，牙本质暴露区特别是釉牙本质交界处探针探查酸软疼痛明显；加压水气混合物吹暴露的牙本质表面时，患牙敏感不适。

（三）Ⅲ级磨损

大片釉质被完全磨损，牙尖或边缘嵴几乎被磨平，大量牙本质暴露，或者殆面出现弹坑状凹陷缺损。釉质、牙本质大面积消耗，磨损面接近髓腔的距离，因此患牙对外界机械刺激、冷热刺激的反应较II级磨损更明显，当磨损到达一定程度时，外界刺激以及细菌通过暴露的牙本质小管进入牙髓组织，引起牙髓炎症，出现牙髓炎性疼痛。如果整个殆面呈均匀磨损，则牙尖边缘嵴被磨平，溢出沟消失，因此患牙在咀嚼食物时，疼痛不适，咀嚼功能下降，同时出现食物嵌塞。如果整个殆面呈非均匀磨损，则殆面出现弹坑状磨损，即在殆面中央牙本质部位形成又大又深的凹陷，而在凹陷的周围形成又高又陡的尖锐牙尖和边缘嵴。高陡的牙尖牙嵴末端呈刀边状，一般由质地比牙本质更硬的釉质构成。这些牙尖牙嵴与对颌牙殆面中央牙本质凹陷处接触时，对颌牙之间的面接触变为点接触，在行使咀嚼功能时，咀嚼力量集中在牙尖牙嵴的点上，使局部牙本质承受的力量产生巨大的压强，从而引起严重的疼痛反应。另一方面，锋利而硬的牙尖牙嵴与较软牙本质相互作用，加速牙本质磨损，结果使牙中央的牙本质凹陷越来越深，而周围的牙尖牙嵴越来越高陡，造成绞锁状咬合，导致牙周创伤以及牙齿纵折。尖锐的牙尖牙嵴还容易刺伤舌缘、颊粘膜而形成口腔粘膜溃疡。

磨损多发生男性，发病率高于女性，常常发生在牙齿与牙齿接触的地方。一般情况下牙齿的磨耗速度比较恒定，对颌牙之间殆面或切缘磨损量基本相同。牙功能尖嵴如前牙切缘、后牙殆面、上颌牙的腭尖、下颌牙的颊尖以及邻面接触点区域易出现磨耗。对于磨损，发生部位常位于刺激因素作用区域，如不正确刷牙、卡环因素所形成的楔状缺损位于牙颈部，咬线、嗑瓜子、吹号所引起的牙磨损一般位于前牙切缘。然而，有些病例中病理性和生理性磨损间无明显界限。

三、常见的并发症

（一）牙本质过敏症

通常出现在暴露的釉牙本质界和与对颌牙尖咬殆位置相对应的磨损面上，这种酸痛症状可在几个月内逐渐减轻甚至消失，有时则可能持续更长的时间而不见好转。敏感程度因人而异，一般来说，磨损速度越快，暴露面积越大，酸痛就越明显。

（二）食物嵌塞

邻面触点因磨损而接触面积增大，牙周间隙增加，殆面溢出沟因磨损而消失，从而使食物容易发生垂直向食物嵌塞。

（三）牙髓和根尖周疾病

过度磨损导致髓腔暴露，引发牙髓病变，继之以根尖周病变。

（四）颞下颌关节紊乱综合征

严重的𬌗面磨损可导致颌间垂直距离过短，迫使髁状突位置后移，导致颞下颌关节受损。

（五）创伤𬌗

不均匀磨损遗留高陡牙尖，如上颌牙的颊侧尖和下颌牙的舌侧尖，当牙齿进行侧向咀嚼时，易造成创伤𬌗。

（六）创伤性溃疡

锐牙尖和边缘能刺伤颊、舌粘膜，引起局部溃疡。

四、治疗与预防

（一）去除不良习惯

去除不良习惯是预防非咀嚼性磨损产生和保证治疗效果的基本措施，如去除用牙咬线、改变用前牙恒定部位嗑瓜子的习惯，采用正确的刷牙方式和选择适当的牙刷牙膏，有利于预防牙磨损的形成以及充填治疗后新磨损的产生。

（二）使用含氟制剂

对于存在牙釉质矿化不良的患牙，需采用含氟制剂的再矿化液进行再矿化疗法，改善发育不良的牙组织结构，提高其硬度和质地，增加其抗磨损的能力。对于咬合关系不佳的患牙，应调磨咬合关系，恢复牙齿正常的咬合关系。

（三）去除诱发因素

对于存在夜磨牙、紧咬牙习惯的患者，去除其诱发因素，消除精神紧张因素。

I级磨损患牙，因无主观不适之症状，一般针对病因采用以上措施进行对因治疗。

II级磨损患牙，如出现牙本质过敏症状，则进行脱敏治疗，消除酸软不适。其具体方法详见本书第 13 章。

III 级磨损患牙，若为非均匀磨损出现弹坑状缺损，尖锐高陡牙尖牙嵴，则选择适当的充填材料对前者进行充填治疗，隔绝外界刺激，阻止牙齿进一步被磨损；对后者进行调𬌗，去除尖锐高陡的牙尖牙嵴，一方面为对颌牙的充填治疗提供空间，另一方面，使对颌牙之间的点接触变为面接触，减轻局部某点的压强，从而减少其对咀嚼压力的刺激反应。对于均匀磨损，常规充填治疗效果不是十分满意，可采用全冠修复。

有牙髓炎症状者，则应做牙髓治疗，然后用全冠恢复其牙冠外形和咬合关系。因牙严重磨损而引起颞下颌关节紊乱综合征者，应用𬌗垫恢复其正常的颌间距和咬合关系，然后在进行一些相关治疗。

第二节　磨　牙　症

睡眠时习惯性磨牙或白昼也出现无意识地磨牙习惯者，称为磨牙症（bruxism），是咀嚼系统的一种功能异常运动。

一、病　因

（一）心理因素

情绪紧张是磨牙症最常见的发病因素。患者有恐惧、愤怒、抵触以及其他各种情绪

而难以及时发泄时，使之隐藏在人的潜意识中，但能通过各种方式周期性地表现出来，磨牙症状是这种表现方式之一。

（二）全身性疾病

与寄生虫病、血压改变、缺钙、胃肠道功能紊乱等因素有关。

（三）𬌗关系不协调

它是磨牙症的主要病因。患者正中𬌗的早接触是最常见的磨牙症的诱导因素；平衡侧早接触也可能是一个诱导因素。有时调磨改正这两种𬌗关系可以治愈磨牙症。

（四）职业因素

精力高度集中的工作和紧张强度大的职业，如运动员、钟表工，常发生磨牙症。

二、临床分型

临床上磨牙症可分三型：

（一）磨牙型

常在夜间入睡之后磨牙，又称夜磨牙，常被别人听见而告知，患者本人多不知晓。

（二）紧咬型

常在白天注意力集中时不自觉地将牙咬紧，但没有上下磨动的现象。

（三）混合型

兼有夜磨牙和白昼紧咬牙的现象。三型中因夜磨牙常影响他人，故常受到患者重视。

睡眠时患者作典型的磨牙或紧咬牙动作，并可伴有嘎嘎响声。当磨损超出生理运动范围时，则全口牙𬌗面磨损严重，牙冠变短，引起颞下颌关节紊乱。严重的牙面磨损，也可导致多数牙的牙髓病、根尖周病，或者𬌗创伤，食物嵌塞、牙齿松动出现牙周疾病。

三、治　疗

（一）去除致病因素

特别是消除心理因素和局部因素，以减少紧张情绪。施行自我暗示，以进行放松肌肉的锻炼。

（二）去除𬌗不协调因素

磨去高陡牙尖和边缘、戴𬌗板恢复良好的𬌗关系，改正𬌗干扰诱导因素。

（三）肌电反馈治疗

对磨牙症患者分两期训练，第一期通过肌电反馈学会松弛肌肉；第二期用听觉反馈，在一级睡眠期间可告诫磨牙症的发生。

（四）并发症的处理

由磨牙症所引起的各种并发症，按该病的治疗原则作相应的处理

第三节　牙　隐　裂

牙隐裂又称牙微裂（denial micro-crack），也称不完全牙折（incomplete fracture），

是指发生在牙齿表面的细微而不易发现的非生理性裂纹。常累及下颌磨牙、上颌磨牙、上颌前磨牙（图 10–1）。

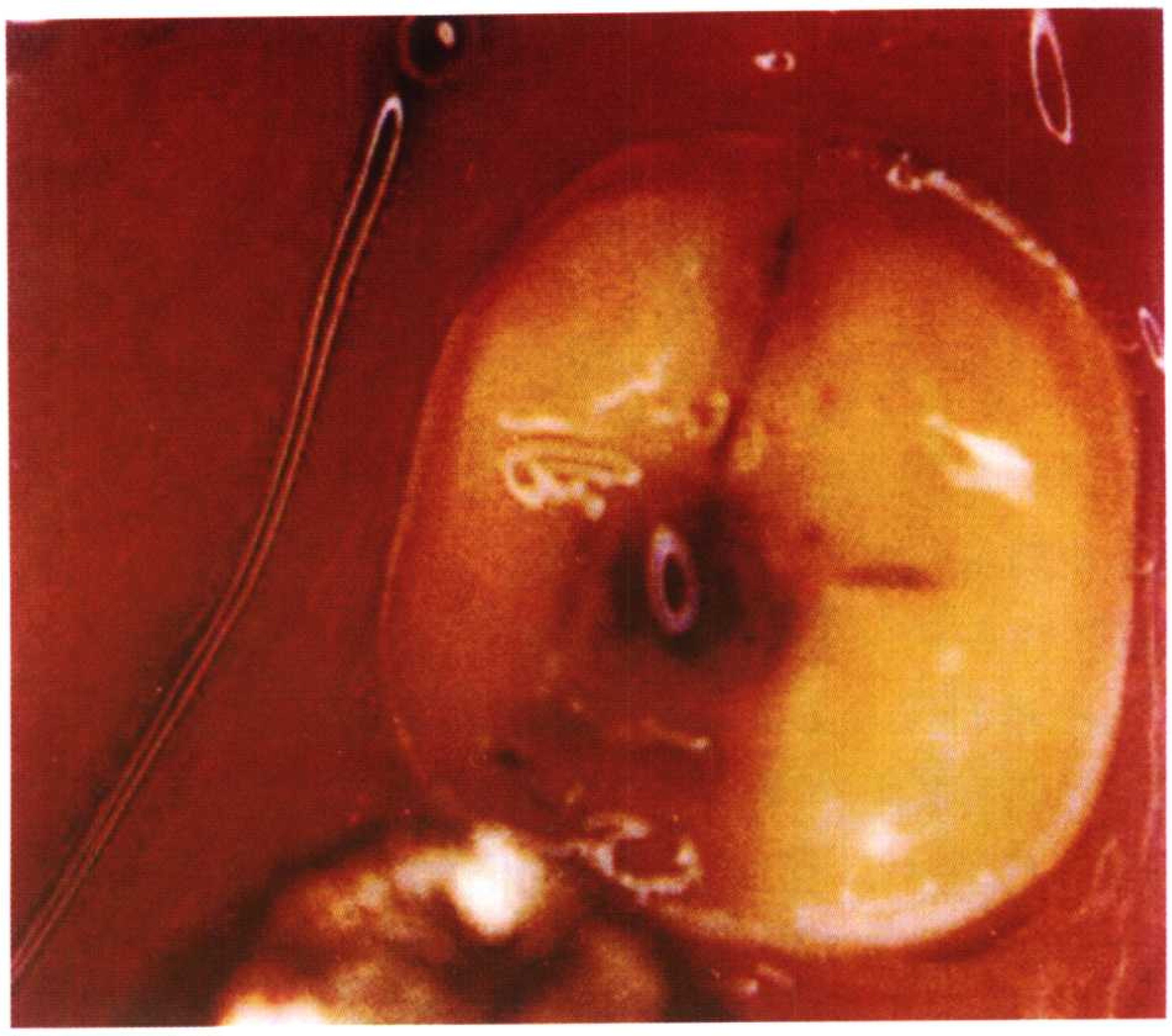


图 10–1　牙隐裂

一、病　因

牙隐裂的病因目前尚不完全清楚，因此推测可能与下列因素有关：

（一）牙体硬组织结构缺陷

当牙体硬组织发育缺陷形成深的沟裂时，在行使咀嚼功能时，易产生应力集中，导致牙隐裂的发生。一个有力的证据就是临床上牙隐裂常常发生在牙齿的发育沟内。

（二）治疗手术

治疗手术将牙体组织去除，从而削弱牙齿对外力的承受力。

（三）殆力创伤

牙隐裂常常与患者咀嚼硬脆食物如冰、硬糖的历史有关。这些病人咀嚼肌发达，一方面因咬合力过大而导致过度的殆面磨耗，另一方面改变牙齿内部结构，随着时间的延长牙齿改变加重，最终导致牙隐裂的产生。

（四）热力

热力也可能是引起牙隐裂的原因之一。修复材料与牙体组织的热膨胀系数和聚合收缩系数的不同是削弱牙本质强度以及引起牙裂的因素之一。

二、临 床 表 现

牙隐裂常常表现为所谓的“牙裂综合征”（cracked tooth syndrome），其特点为咀嚼时疼痛发作（施加压力或释放压力）和遇冷出现尖锐而短暂的疼痛。咀嚼性疼痛为定点性咬合痛，即当殆力作用于隐裂线上出现撕裂样剧痛，咬合停止，疼痛终止。随着牙隐裂的发展，临床症状可从无到轻微到严重的自发痛，甚至成为不可复牙髓炎、牙髓坏死、根尖周炎。也就是说，一旦牙隐裂到达牙髓而引起牙髓暴露，就可能出现严重的牙

髓或根尖周疾病，这就解释了牙隐裂临床症状的多样性的原因。

几乎所有的隐裂线与牙齿的发育沟重叠而且越过一边或两边的边缘嵴，到达牙齿的邻面或颊舌面。上颌磨牙隐裂线常与其近中沟或舌沟重叠，而下颌磨牙隐裂线呈近远中方向与发育沟重叠，上颌前磨牙隐裂线亦与近远中向发育沟重叠。隐裂开始于𬌗面，牙隐裂线越在𬌗面的中央，则隐裂线在到达牙根面之前扩展得越深，牙髓暴露的机会就越大，在上颌磨牙可能到达根分叉，下颌磨牙可能到达牙根尖。

三、诊　断

牙隐裂最典型的症状是咀嚼时出现定点性咬合痛，遇冷热时也痛，但随着隐裂的发展累及牙髓，可出现牙髓炎疼痛症状，甚至根尖周炎。

检查隐裂线越过牙齿的边缘嵴，到达牙邻面或唇舌面。若处于牙隐裂早期，裂纹过细，肉眼不易发现，可进行染色试验。将可疑牙常规隔湿，75%酒精消毒，清洁牙面，去除牙表面及发育沟内的有机物，吹干，用棉球蘸上龙胆紫染料，在可疑部位反复涂搽3~4次，使染料浸透入裂隙内，用水冲洗后用半干的75%酒精棉球去除裂隙周围的染料，观察染料是否进入牙内以及隐裂线的位置和累及的程度。

将探针插入裂纹内稍用力撬动产生楔力时，患牙出现疼痛。未累及牙髓前，侧向直接叩击隐裂线处可导致疼痛出现。在活髓牙，对温度刺激有反应，而当牙髓坏死后，对温度无反应。

咬诊试验是为了验证患者的定点性咬合痛的症状。对于可疑而肉眼未发现裂纹，可用棉花签置于可疑牙不同部位，嘱患者反复轻轻咬合，若在某一点反复出现短暂的撕裂样疼痛，则该牙可能已发生牙隐裂。临床上在做咬诊试验时，需注意对于已明确诊断为牙隐裂的患牙，不宜再进行咬诊试验；咬合时应轻轻用力，在未出现疼痛时应逐步移动棉签后再轻轻咬𬌗，而不能加大力量咬合，否则会加速裂纹的发展甚至牙折。

X-线检查对牙隐裂的诊断无多少价值，但对由于牙隐裂引起的根尖周炎状况却有一定的帮助。

早期牙隐裂裂纹细小，肉眼不易发现，容易被忽略。因此在对隐裂牙做诊治时，应让病人了解牙裂常常是由过大的𬌗力长期作用的结果。在临床上采用视诊确定是否存在隐裂以及隐裂程度是比较困难的，早期易造成漏诊。但牙隐裂存在发展的趋势，随着时间的延长裂隙增宽，色素沉积而变得较易看见，牙隐裂过程缓慢，发展成牙裂可能会需要数月或数年。

四、治　疗

牙隐裂的治疗根据裂纹的深度和位置，采用不同的方法。

（一）调𬌗

无症状或仅轻微咬合不适者，裂纹仅限于釉质内，可调磨高陡牙尖，降低𬌗力，定期观察，并建议不用患牙侧咀嚼硬物。在治疗更严重的隐裂牙时也应采取以上措施。

（二）修复治疗

这是对有症状而未累及牙髓时治疗隐裂牙的一种保守治疗方法。当牙隐裂的裂纹位于牙本质浅层而未累及牙髓时，沿着隐裂线按牙体修复术的要求制备洞形，洞深以隐裂

线消失为准，然后根据牙体修复术原则，选用具有粘接功能的牙色材料，充填洞形。但是也有学者采用充填方法时，去除牙本质直至隐裂线消失或确定隐裂的程度，这是不明智的。因为即使采用染色试验，在牙隐裂最前沿牙折线很细而不能看见，因此牙隐裂在牙本质内可能比看见的隐裂线更深。这种方法不必要地去除了坚固的牙体组织，进一步降低了牙齿强度。

（三）牙髓治疗

当牙隐裂已累及牙髓时，则需进行牙髓治疗。

开髓后，如隐裂线已累及髓室底但未完全裂开，在减低咬合后，用粘接剂封闭隐裂线，用暂冠或牙圈保护牙尖，直至根管治疗和充填治疗完成。在根管治疗过程中，如果疼痛症状未减轻，预后情况差，建议拔除患牙。如果牙折不完全裂开，牙折片不被楔力所分开，牙折线未累及牙根面，则用粘接剂封闭隐裂线，根管治疗后用酸蚀刻牙本质粘接树脂充填窝洞。在修复过程中，应避免内源性楔力的产生。

在完成牙髓治疗和充填治疗后，应嘱立即行全冠修复。

开髓后，若髓室底完全裂开，根据不同情况酌情处理。牙折片及残存牙松动，则拔除之。若上颌磨牙牙折线为近远中向，下颌磨牙牙隐裂线为颊舌向可顺牙隐裂线行牙半切除术，保存牙冠的一半或两半以及牙根，治疗结束后进行全冠修复。

在采取以上治疗措施时，由于对牙隐裂的程度、性质很难准确诊断，在治疗前必须向病人交待清楚治疗的可能结果，治疗期间的意外，牙隐裂可能继续发展均可导致牙齿完全裂开，而不得不拔除患牙或行其他治疗等。

第四节　楔状缺损

楔状缺损（wedge-shaped defect）是发生于牙齿唇、颊面颈部硬组织缓慢磨耗所致的缺损，常呈窄端向内的楔形（图 10-2）。

一、病　　因

（一）刷牙

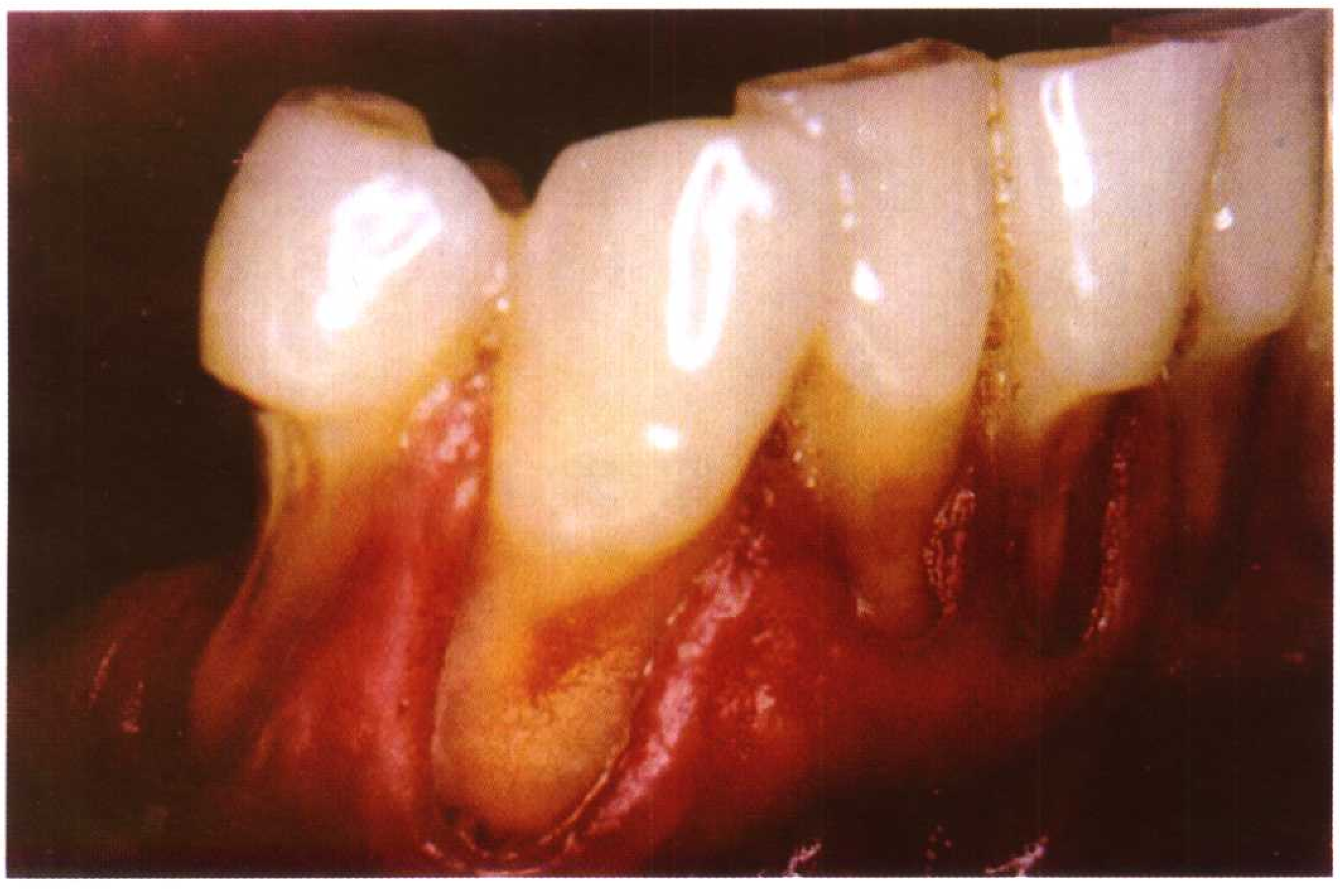


图 10-2　楔状缺损

目前认为，刷牙方法不正确是楔状缺损发生的主要原因。不刷牙的人很少发生典型的楔状缺损，刷牙的人，特别是用力横刷者，常有典型和严重的楔状缺损。楔状缺损不发生在牙的舌面，唇向错位的牙楔状缺损比较严重。楔状缺损的患牙常有牙龈退缩。牙弓转弯处的牙如上颌第一、二前磨牙，它们是横刷牙着力最强的地方，其发生楔状缺损的程度非常严重。然而，临床上也常见楔状缺损发生在龈缘的根方，这是用刷牙所不能解释的现象。

（二）牙颈部的组织结构薄弱

牙颈部是牙釉质与牙骨质交界处，牙釉质与牙骨质刚好接触，或牙骨质覆盖牙釉质，甚至牙釉质与牙骨质未接触而使牙本质裸露，牙颈部结构薄弱，易被磨去，从而导致缺损的发生。

（三）酸的作用

龈沟内的酸性分泌物、酸性食物、胃酸反流物等酸性物质在牙龈缘颈部存留，可能使牙颈部硬组织脱矿溶解。长期大量饮用酸性饮料如果汁、葡萄酒、碳酸饮料都可能引发楔状缺损的发生。这就解释了龈缘根方发生缺损的原因。

（四）牙体疲劳学说

牙的外形从牙冠到达牙颈部时突然缩窄，同时牙颈部是三种不同生物硬组织牙本质、牙骨质和牙釉质相交处，这为𬌗力传导牙颈部产生应力集中提供了形态学和组织材料学基础。研究也表明颊侧牙颈部是𬌗力应力的集中区。长期咀嚼𬌗力集中，导致牙体材料疲劳而经刷牙后很易出现破坏。

（五）牙颈部产酸性细菌的生物学作用

众所周知，牙颈部为牙齿表面细菌的滞留区之一，细菌容易在此处定植堆积形成牙菌斑。细菌在牙菌斑厌氧环境中利用碳水化合物进行无氧发酵产生酸性产物，酸在牙菌斑内贮留持续作用于牙颈部硬组织使其脱矿、强度降低，加上不正确刷牙而加速楔状缺损的产生和发展。

另一方面，龈沟内是天然的厌氧环境，临床流行病学调查表明龈沟内定居着大量的厌氧菌，其中包括一些产酸性牙周可疑致病菌。这些细菌的酸性代谢产物滞留在龈沟内，牙颈部硬组织浸泡在酸性环境中从而导致牙脱矿。临床常见严重的楔状缺损伴随着牙龈萎缩、牙根暴露，即楔状缺损常常与牙周疾病相伴随，但二者的相互因果关系却仍不十分清楚。

牙齿牙颈部四周的结构、组成、所处的环境基本一致，楔状缺损只发生在牙齿唇颊侧的颈部说明外力的直接作用如刷牙是楔状缺损不可缺少的因素，楔状缺损的发生是上述因素综合作用的结果。

二、临床表现

典型楔状缺损是由两个平面相交呈 V 字楔形。临床流行病学调查表明，楔状缺损的损害形态可分为:

（一）新月型

缺损的𬌗壁、颈壁与轴壁相交成半圆形曲面，交角大于 90°

（二）浅碟型

缺损的殆壁和颈壁中有一壁为半圆形曲面，另一壁为斜形平面，与轴壁相交角小于90°，发生率最高，约占楔状缺损的50%

（三）三角型

缺损的殆壁、颈壁均为斜形平面，与轴壁相交角小于90°

（四）不规则型

不能纳入以上三型者。以上各型缺损边缘整齐，表面坚硬而光滑，色泽正常。

根据楔状缺损的深度将其分为浅、中、深三型。浅型指楔状缺损深度在0.1~0.5mm者；中型指缺损深度在0.6mm以上者；深型指缺损近髓或已穿髓者。临床上可出现对冷、热、酸、甜敏感的牙本质过敏症状、累及牙髓可出现牙髓炎性疼痛甚至根尖周病，严重者可出现牙颈部折断。必须指出，深度与临床症状不一定成正比关系，关键是修复性牙本质的形成状况，这与个体差异以及缺损速度和患者年龄有关。一般情况是病损速度越慢，年龄越大，症状越不明显。临床常见楔状缺损非常深，接近牙髓甚至可见到呈深黑色的钙化根管影像，但患者无明显症状，检查对冷热刺激及机械刺激反应不明显甚至无反应。需要指出的是该种情况常常出现在年龄较大的患者，在作出诊断和治疗前可采用牙髓活力测试和照片方法判明牙髓和根尖周状态。

多发生在前磨牙，有时可发生于尖牙及第一磨牙，尤以上颌为多发。常发生于牙齿唇颊侧牙颈部的釉质与牙骨质的交界处，偶尔也出现于牙龈萎缩牙的腭侧颈部。随着年龄增加，楔状缺损发生率增加，年龄愈大，楔状缺损愈严重的趋势。50~60岁是楔状缺损的好发年龄段。

三、治疗和预防

（一）改正不良的刷牙方式

应采用正确的刷牙方式，避免横刷，并选用较软的牙刷和磨料较细的牙膏。

（二）浅、中型无症状楔状缺损者

可不作特别处理，但需注意局部清洁卫生，否则易发生龋病和牙龈炎。对牙本质过敏者，可作脱敏疗法，具体方法参见牙本质敏感症章节。对脱敏无效或缺损严重者可作充填治疗。充填材料可选用对牙齿有粘接能力、颜色美观、对牙髓刺激性小的高分子修复材料如玻璃离子粘固剂、复合树脂等。修复治疗的目的一方面阻断外界刺激，消除患者过敏症状，另一方面阻止牙齿楔状缺损的进一步发展。

（三）深型楔状缺损且牙髓健康者

采用间接盖髓术后用玻璃离子粘固剂、复合树脂充填修复，促进修复性牙本质的形成保护牙髓，增加牙颈部的机械强度防止牙齿折断。由于严重楔状缺损的患牙常常伴有牙龈萎缩、牙槽骨吸收，牙冠折断后剩余的残根非常短，无法进行桩冠修复只有拔除，因此，对牙齿进行预防性充填防止牙折断是非常必要的。

（四）深型楔状缺损牙髓已穿髓、牙髓坏死或已出现牙髓根尖周疾病者

应作相应的处理。由于楔状缺损患者年龄较大，因此出现上述情况需首先进行根管治疗，然后充填修复缺损。需要指出的是，楔状缺损常发生在前磨牙，牙颈部明显缩窄，组织结构薄弱，牙髓坏死牙体硬组织因缺乏营养而变脆，再加上楔状缺损导致牙颈部牙体硬组织大量缺损，因此在做该类牙充填修复时，为了预防牙颈部折断，在充填修

复前最好在根管内打桩，增加牙齿的抗折力。

第五节　酸　蚀　症

酸蚀症（erosion）是指由生活或工作环境中酸雾或酸酐直接作用于牙齿而造成的牙齿硬组织损害（图 10-3）。



图 10-3　酸蚀症

一、病　因

（一）食物因素

由于摄入大量的酸性饮料如碳酸饮料，水果汁，喜吃酸水果、葡萄酒以及酸性食品，都可能引起硬组织牙齿脱矿。

（二）职业因素

制酸工人和常接触酸的人员，酸挥发进入空气形成酸雾或酸酐常常引起牙齿硬组织脱矿。

（三）胃酸过多或胃酸上逆

消化道疾病，长期胃酸过多造成胃酸上逆口腔，也是造成酸蚀症的原因之一。

二、临床表现

最初往往仅有感觉过敏，以后逐渐产生实质性缺损，不同原因引起的酸蚀部位不同。食物中的酸引起上前牙唇面表面光滑的大而浅的凹陷，由胃酸上逆引起者常导致前牙腭舌面及后牙的殆面和舌面酸蚀。同时，侵蚀的形式因酸而异：由盐酸所致者常表现为自切缘向唇面形成刀削状的光滑面，硬而无变色，因切端变薄而易折断。由硝酸所致者，主要发生在牙颈部或口唇与牙面接触易于形成滞留的地方，表现为白垩状，或染成黄褐色或灰色的脱矿斑块。质地松软，易崩碎而逐渐形成实质缺损。由硫酸所致者，由于酸雾中系二氧化硫，在水中溶解形成亚硫酸，它是弱酸，不易引起牙体酸蚀，通常只使口腔有酸涩感。

三、预防和治疗

（一）改善劳动条件

消除和减少空气中的酸雾，是预防酸蚀症的根本方法。戴防酸口罩和定时用弱碱性液如2%苏打水漱口，对预防酸蚀症有一定作用。

（二）脱敏和修复治疗

过敏牙可进行脱敏治疗。牙体缺损严重可行修复治疗。消化系统疾病患者需经内科治疗。

第六节　牙根纵裂

牙根纵裂（vertical root-fracture）是一类只累及牙根而未累及牙冠的牙体组织的慢性损伤。由于牙根纵裂位于牙的根部，诊断比较困难。

一、病　　因

（一）创伤性𬌗力

当牙齿由于咬合关系的改变而形成𬌗创伤时，产生的创伤性𬌗力长期作用于牙根，则牙根会发生根管内吸收或根管外吸收，降低根管壁的抵抗力，在牙齿遭到意外力量时就容易产生牙根纵裂。另一方面，咬合力过大使牙齿𬌗面产生严重磨耗而使其面凹凸不平，形成高陡牙尖，当行使咀嚼功能时而改变𬌗力方向，在牙根产生扭曲力导致牙根纵裂。

（二）根管治疗

根管治疗牙已经去除牙髓，牙体硬组织失去营养，因此牙本质脱水而变脆；同时根管治疗时根管预备使根管壁牙本质变薄，牙根抵抗力降低；根管充填无论采用侧方加压法或是垂直加压法都可以产生过大的楔力。因此牙根纵裂常常发生在根管治疗时。

（三）根管内固位桩

根管治疗后一些患牙因严重缺损在完成充填术时需在根管内制备辅助固位装置如银汞合金钉或安装根管固位钉。银汞合金固位钉在充填后合金的缓慢膨胀导致牙根纵裂；根管固位钉在安装时，无论是靠摩擦固位的桩，还是粘固固位的桩以及在敲打钉就位时都可产生比根管侧方加压充填法更大的楔力。充填后在牙行使咀嚼功能时，咬合力应力集中于桩上造成杠杆作用，在根管内产生撬动的力量作用于根管壁，加之如上所说，根管治疗后的牙根抗折力下降，因此更易产生牙根纵裂。临床上铸造桩冠失败的最常见的原因之一就是牙根纵裂。有学者提出临床上根管治疗牙在充填修复时尽量不使用根管桩。

（四）牙根的形态和大小

根唇舌径大于近远中径的扁牙根比圆形、椭圆形而体积较大的牙根更容易发生根折，临床常见下颌切牙、上颌第二前磨牙、上颌磨牙的近中颊根以及下颌磨牙的近中和远中根易发生牙根纵裂；而上颌中切牙、上颌磨牙腭根以及上颌尖牙根对牙根纵裂的抵抗力较强，不易发生牙根纵裂。

（五）牙齿的增龄性变化

人到老年，牙齿硬组织内矿物盐成分增加，而有机物含量下降，牙齿硬度增加，弹性减少，脆性也随着增加。同时，髓腔减小，牙髓组织细胞成分减少，不利于牙体硬组织的营养，增加了牙根纵裂的可能性。

二、临床表现

牙根纵裂存在多种不同的临床症状和体征，有时甚至像其他独立的疾病如牙周病或根管治疗失败的临床表现。早期牙根纵裂很少发生疼痛，随着病情的发展，累及牙髓出现牙髓炎性疼痛，晚期累及牙周或根尖周组织可出现中度的咀嚼痛，咬合痛；患牙出现牙周脓肿。

检查发现牙齿殆面有修复体，晚期可见龈沟内有脓液溢出。叩诊早期无叩痛，晚期累及牙周或根尖周组织时可出现叩痛；扪诊早期无压痛，晚期累及牙周或根尖周组织时可出现明显的压痛；探诊早期牙周组织正常，晚期则可探及牙周袋，牙周袋深，窄而直，牙周袋既可存在于牙根的唇侧，也可以存在于舌侧，或者唇舌侧均出现牙周袋。

X线照片随着病程不同而表现多样。早期基本观察不到病变，随着病程发展，表现出骨吸收。骨吸收的方式可顺着牙根侧面从根尖到牙颈部扩展，少数典型病例可出现牙根折片的分离。对于已经做过根管治疗的牙，如果在根管壁与根管充填物如牙胶之间出现分离的透射影像，可作为牙根纵裂的诊断依据，然而这透射影像可能是照片伪影，不完全根充造成的。另外牙齿周围的硬组织重叠于牙齿上而遮盖牙根折裂线。因此 X 线照片对牙根纵裂有一定帮助，但除了少数具有典型牙根纵裂照片的病例外，照片不能作为牙根纵裂的惟一诊断依据。

外科手术将患牙累及根面的牙龈翻瓣，暴露可疑根面，可见可疑部位牙槽骨呈洞穿性破坏，骨缺损部位充满肉芽组织。在肉芽组织去除干净后，可能在牙根表面上可见牙根纵裂线，这是对牙根纵裂诊断最有力的依据。但有时由于牙根纵裂线被隐蔽，或非常细小而未被发现。

三、治　疗

牙根发生折裂以后，有许多外物占据着折裂缝隙内，如细菌、根充糊剂颗粒和一些不成形物质，牙根折裂附近的根管常常有坏死的组织和细菌，而牙根折裂附近的牙周组织呈慢性炎症，有时结缔组织朝根管方向长入牙折裂隙内，因此愈合非常不好。

牙齿松动明显且牙周袋深者，或单根牙发生根纵裂者，只有拔除。也有采用外科翻瓣手术，暴露牙根，然后用树脂粘接修复根裂线，但不是一种切实可行和长期有效的方法。也有在外科手术后，去除牙折片，然后用树脂或银汞合金修复，但还没有治疗成功的文献报道。

因此，对于发生根裂的单根牙，只有拔除；对于发生根裂的多根牙，可将发生根裂的牙根作断根术或半切除，去除发生根裂的牙根，保留健康的牙体部分，然后行全冠修复恢复切除的牙冠。

第十一章 牙齿发育异常性疾病

牙齿在发育和矿化过程中由于感染、全身性疾病、遗传等原因造成牙齿硬组织的结构、形态发育异常，严重影响牙齿正常功能，称为牙齿发育异常性疾病。

第一节 牙釉质发育不全

牙釉质发育不全是牙齿在生长发育过程中，局部或全身因素的影响导致釉质发育发生障碍所产生的釉质结构缺陷（图 11-1）。一般分为发育不全与钙化不全两种类型，前者系牙釉质基质形成障碍所致，常有牙釉质实质缺损；后者则基质形成正常而钙化不全，可无实质缺损。



图 11-1 牙釉质发育不全

一、发病机制

牙釉质发育不全的主要原因是母体孕期或婴儿期间患感染性疾病，如小儿患佝偻病以及麻疹、白喉、猩红热、肺炎等高热疾病，或母体孕期患风疹等；严重营养障碍，缺乏维生素 A、D、C 以及钙和磷，引起牙釉质和牙本质的形成迟缓甚至停止；内分泌功能失调，主要与甲状旁腺和钙、磷代谢有密切关系，一旦功能失调，就可出现牙釉质发育不全；遗传因素可累及乳牙，或同时影响乳、恒牙，可伴有骨骼或心脏等其他遗传性缺陷；一些局部因素如严重的乳牙尖周感染，也可影响其下恒牙的发育，形成牙釉质发

育不全。牙釉质发育不全是釉质形成的量减少，而不是矿化质量的降低。

虽然各牙发育期先后不一，但同时期内发育的牙均可受影响而同时发病。根据牙釉质发育不全所发生的牙位，可以推断患牙发生障碍的时间。

二、临床表现

已萌出牙齿牙釉质表面在颜色和（或）结构上均发生改变。临床上根据病变的轻重可分为三类：轻度一般仅在牙釉质表面出现白垩状或黄褐色横条状，无牙釉质缺损；中度牙釉质表面可出现深浅不一的点、窝或沟状缺损，一般有着色；重度牙冠失去正常形态，牙釉质呈蜂窝状缺损或完全无牙釉质导致牙本质外露，前牙切缘变薄，后牙牙尖可有部分缺失。所有牙釉质发育不全患者牙釉质缺损部位光滑、质地坚硬。

三、临床诊断

同一时期发育的多个牙齿的各个牙面上均可发生，尤其前牙的唇面和切缘，后牙的牙尖。根据牙釉质发育障碍的部位，以及受累的牙齿，可推断受累的相对年龄。轻者仅在牙釉质表面出现白垩状或黄褐色横条状颜色改变；中者在牙釉质表面出现着色深浅不一的窝或沟状缺损，一般有着色；重者牙冠失去正常形态，牙釉质大部分缺损或完全无釉质。

牙釉质缺损部位光滑、质地坚硬，一般无自觉症状，可并发龋病或牙折。患者在婴幼儿牙胚发育时期，多患有较严重的全身疾病或营养障碍等病史，有对称发生的特点。

四、鉴别诊断

主要与龋病鉴别,牙釉质发育不全同时出现在牙胚发育时期相同的一组牙上，有对称分布的特点，发生颜色和（或）形态改变的部位质地坚硬。而龋病无对称性，且发生色形改变的部位质地变软。

五、治　疗

目前主要根据患者牙釉质发育不全的严重程度和患者的美观要求决定治疗方案。

无实质性牙釉质缺损的患牙一般不处理，要求患者注意口腔卫生，防止龋坏的发生发展；影响美观或患者美观要求较高的，可进行复合树脂或贴面、烤瓷冠等美容修复。

有牙釉质缺损而冠外形无明显改变者可用牙色树脂类材料修复其缺损；有美观需求的患者可进行复合树脂或贴面、烤瓷冠等美容修复。

牙釉质明显缺损导致牙冠外形异常可采用贴面、烤瓷冠等方法美容修复。

第二节　遗传性牙本质发育不全

遗传性牙本质发育不全 (hereditary opalescent dentin) 又名乳光牙本质，牙本质呈现一种特殊的乳白色使牙齿外观为半透明乳光色（图 11-2）。

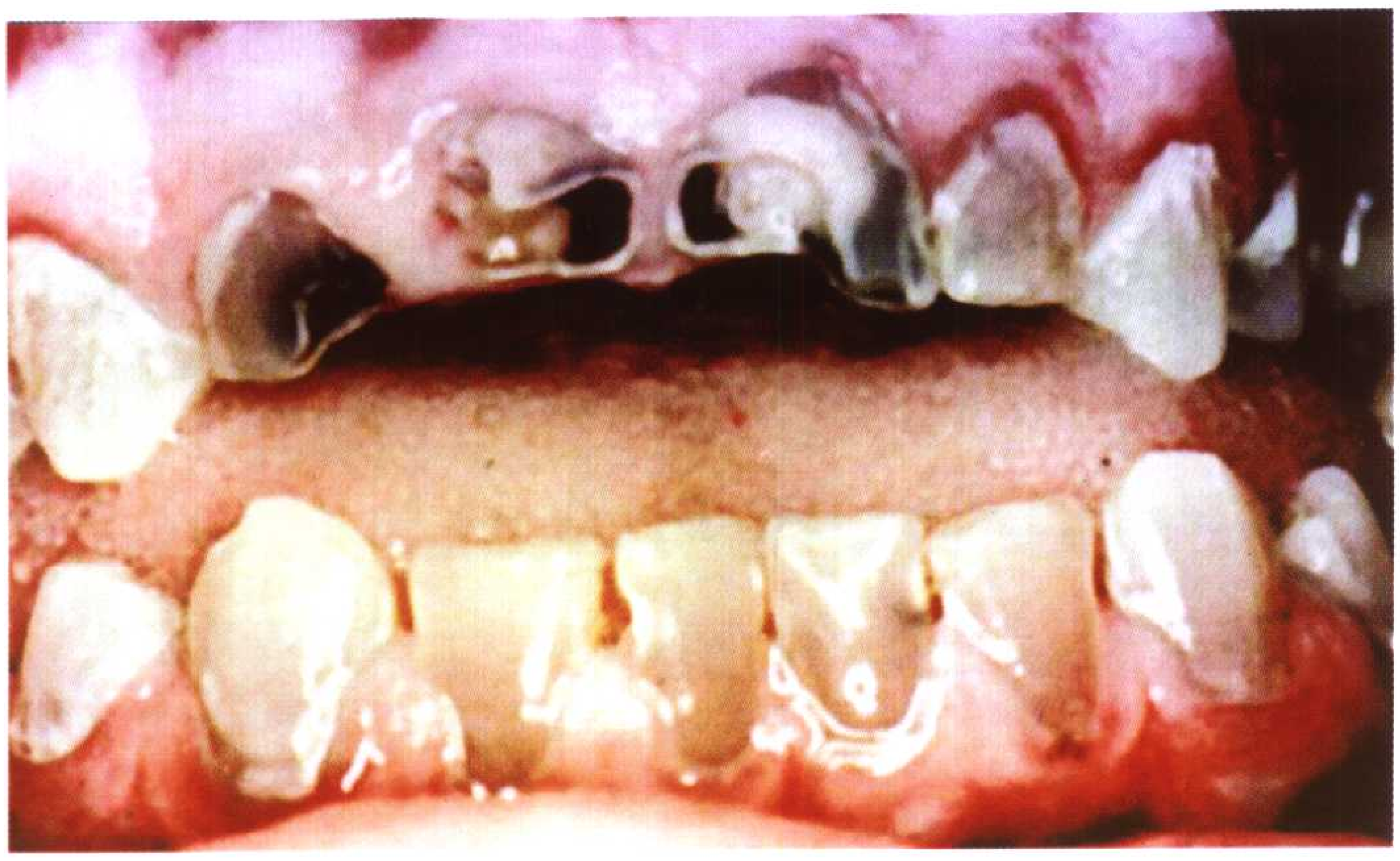


图 11-2　乳光牙

一、病　　因

遗传性牙本质发育不全，又称 II 型牙本质生长不全，是最常见的口腔遗传性疾病。目前研究认为牙本质涎磷蛋白基因（DSPP）突变将导致该基因编码蛋白功能残缺，使得牙齿矿化失凋、紊乱，导致牙本质发育不良。本病是常染色体显性遗传病，可在一家族中连续出现几代，亦可隔代遗传。男、女发病几率相等，乳、恒牙均可受累。

二、临 床 表 现

牙冠呈浅蓝色至黄褐色改变，光照下呈现乳光。由于釉质脆，易从牙本质表面分离脱落使牙本质暴露，因而牙冠易于磨损而暴露下层较软的牙本质，患者易产生牙根折断和反复的根尖周组织炎症。严重者整个牙列磨耗明显，全口多数牙磨损至平齐龈缘，导致咀嚼和语言等功能障碍和影响美观。若不及时治疗，长期咬合功能错乱，可继发颞下颌关节功能紊乱等疾病。

遗传性牙本质发育不全的患牙矿化不良的牙本质基质代偿性生成增加，造成牙髓腔狭窄或闭塞，牙根细小根管呈线样或消失。X 线片可见牙根短，髓室和根管在早期即完全闭锁。

三、临 床 诊 断

全口牙齿呈半透明乳白色，浅黄色。釉质剥脱、牙本质磨损明显，严重者牙冠磨损至平齐龈缘，无明显自觉症状。X 线片见牙根短，髓腔和根管狭窄或完全闭塞。有家族遗传史。

四、治　　疗

有牙髓炎或根尖周炎的患牙应作牙髓治疗；条件许可的情况下，尽量用全冠或桩冠修复，以保护患牙和（或）恢复咬合关系，对全口牙重度磨损的患者，可用覆盖义齿修复。

第三节　先天梅毒牙

先天性梅毒牙 (congenitalsyphilitic teeth) 包括半月形切牙和桑葚状磨牙等。主要见于恒牙，乳牙极少受累。先天性梅毒患者中 10%~30%的有先天性梅毒牙表征。

一、发病机制

在牙胚形态分化期，梅毒导致的炎症细胞浸润，尤其在成釉器中，导致成釉细胞受损，部分牙釉质的沉积停止。同时牙本质矿化障碍引起前期牙本质明显增多，牙本质塌陷，形成半月形损害。

梅毒牙多见于$\frac{61|16}{621|126}$，少见于乳牙列，主要与下列因素有关：①梅毒螺旋体不易经过胎盘屏障直接作用于胎儿；②如果梅毒在胚胎早期即经过胎盘屏障而严重侵犯组织，胎儿易流产，不会引起先天性梅毒牙；③梅毒对组织损害最严重的时期，是在胚胎末期及出生后第 1 个月。

二、临床表现

(一) 半月形切牙

切牙的切缘比牙颈部狭窄，切缘中央有半月形缺陷，切牙之间有较大空隙。半月形切牙也称哈钦森牙 (Hutchinson teeth) （图 11-3）。先天性梅毒患者具有间质性角膜炎、中耳炎或耳聋、半月形切牙 3 个基本特征。



图 11-3　哈钦森牙

(二) 桑葚状磨牙 (mulberry molars)

先天性梅毒患者第一恒磨牙的牙尖皱缩，表面粗糙，牙尖向中央凑拢，牙釉质呈多个不规则的小结节和坑窝凹陷，散在分布于牙面，故有桑葚状之称；牙横径最大处是在牙颈部。(图 11-4)

(三) 蕾状磨牙 (Moon teeth)

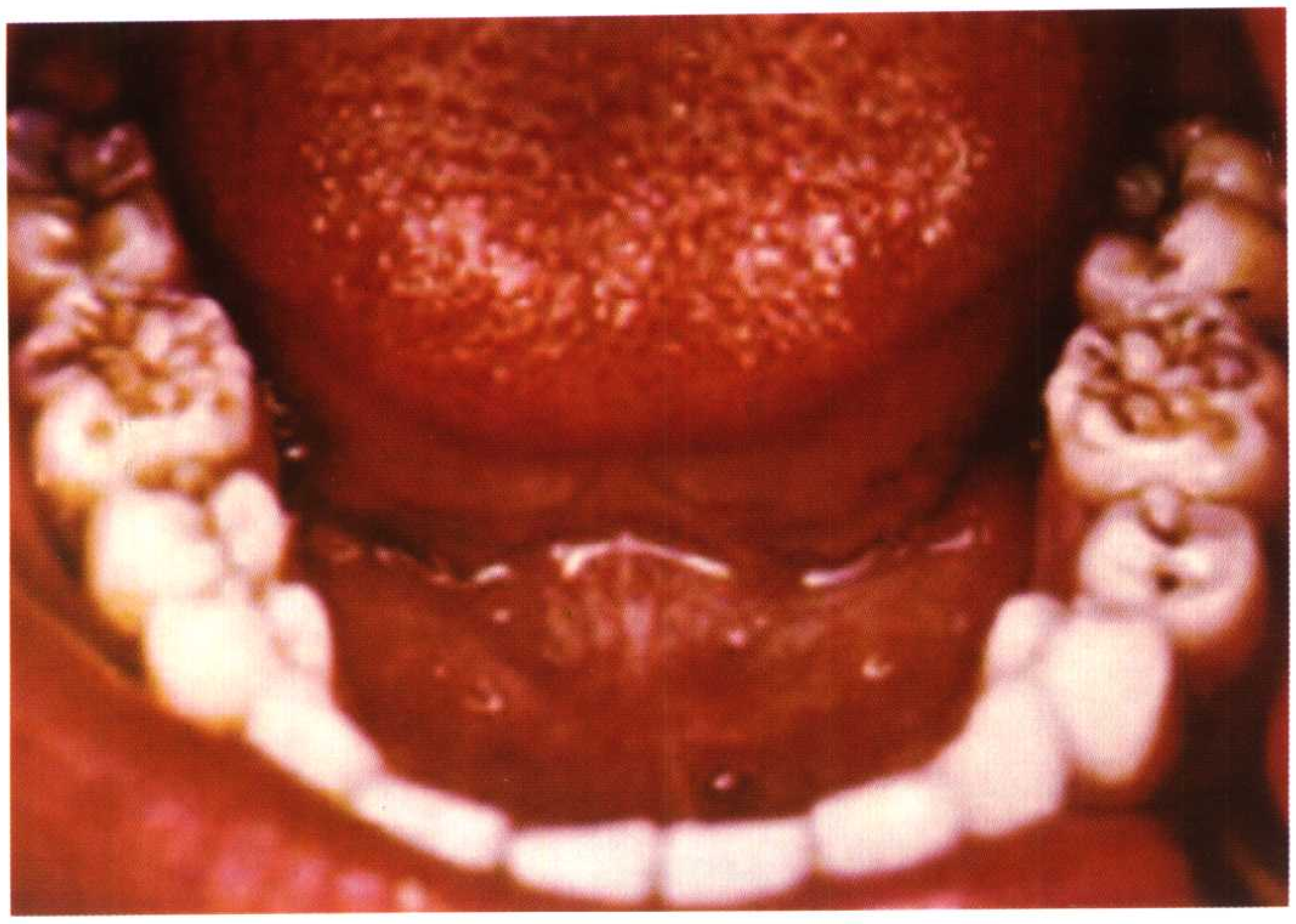


图 11-4　桑椹状磨牙

第一磨牙牙尖向中央凑拢，致使牙面收缩，有如花蕾，故名蕾状磨牙。Moon 则将其比作圆屋顶，称为 Moon teeth。均是先天性梅毒牙特征之一。

此外，先天性梅毒患者还伴有牙齿萌出过早或过迟；先天性无牙畸形；口角向颊部的放射状瘢痕；前额隆突而鼻梁塌陷等。X 线片示：先天性梅毒牙的第一磨牙，牙根较短。

三、诊　断

恒中切牙和下切牙呈半月形切牙，第一恒磨牙呈桑葚状磨牙，有时伴有牙齿数目或萌出异常。双亲之一有梅毒史，血清实验阳性。部分患者可有先天性梅毒的其他症状：听力或视力差，口周有放射性深色条纹等。

四、治　疗

血清实验阳性的患者，应先进行抗梅毒治疗。形态异常的切牙可用复合树脂或冠修复，第一磨牙可以金属高嵌体或冠修复。

第四节　畸形中央尖

畸形中央尖是殆面中央窝或颊、舌三角嵴上的一额外的圆锥形突起，锥体内有纤细的髓角伸入（图 11-5）。下颌第二前磨牙最常见，偶见于上颌前磨牙，有对称发生的特点，一般无自觉症状。当中央尖磨损或折断后，临床表现为殆面圆形或椭圆形呈牙本质颜色的淡黄色圆圈，中央有一深色的小点，此时除有些患者有牙本质敏感症状外多无其他不适。如畸形中央尖磨损或折断导致髓角暴露，可引起牙髓、根尖周疾患，牙根尚未完全形成则可使牙根停止发育。

一、诊　断

前磨牙殆面中央窝或颊、舌三角嵴上，有圆锥形突起，高度不一、外表覆盖牙釉

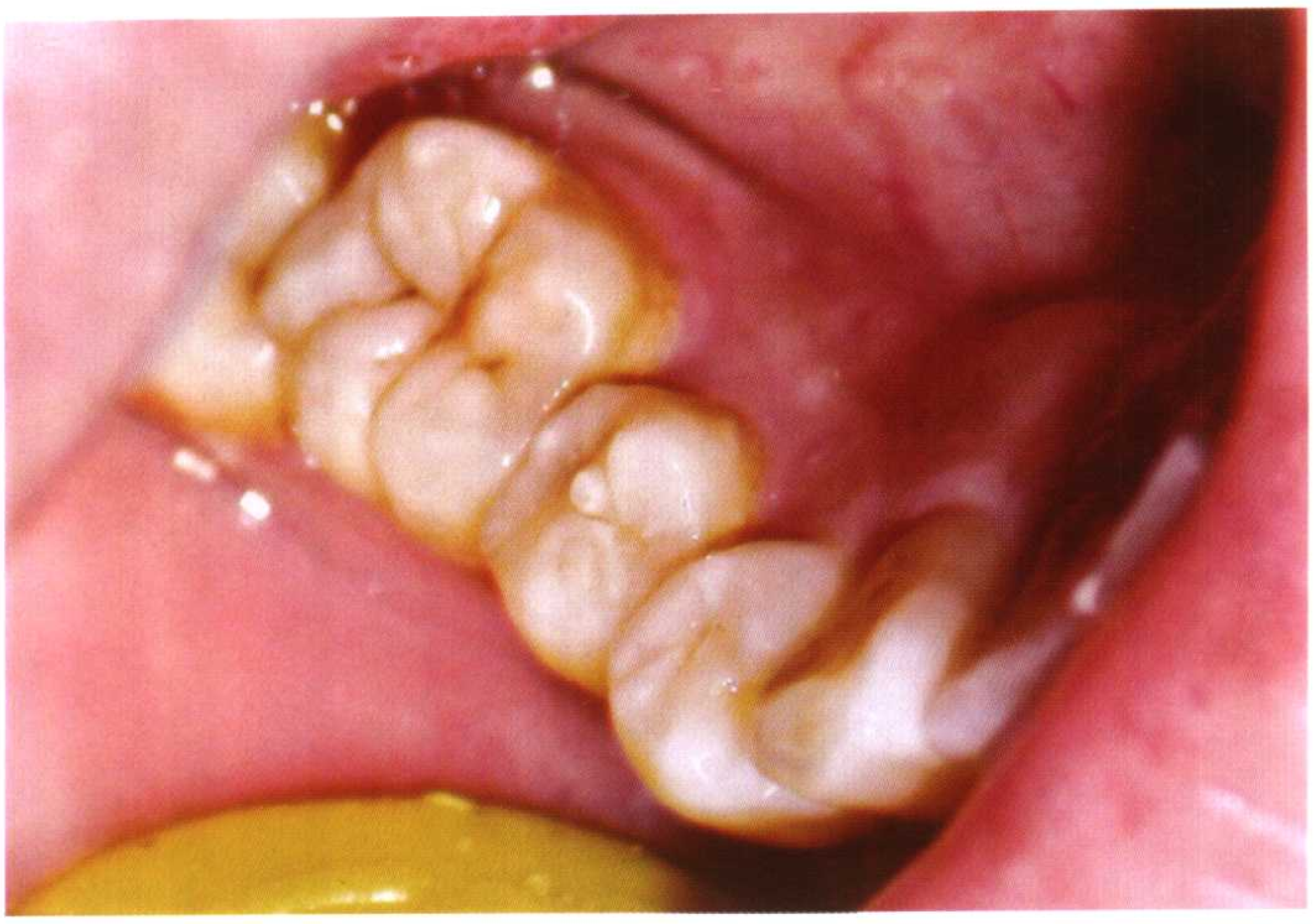


图 11-5　畸形中央尖

质，此种情况临床一般不常见；

中央尖磨耗或折断后，在殆面有淡黄色圆形或椭圆形圆圈，中心有一明显着色点，探诊该着色点可探及穿髓孔或探诊敏感；

中央尖折断或长期磨损后可导致牙髓炎和根尖周炎，若此时牙根发育未完成，可引起牙根发育停止；患牙有对称分布的特点。

畸形中央尖未折断或磨耗不明显的患牙 X 线片可见由髓室顶开始，向殆面突起并超出殆面的中央尖，有时可见突入尖中的髓角。牙根尚未完全形成前发生根尖周感染的患牙，X 线片见根尖呈典型的喇叭口状或牙根根尖孔明显粗大。

二、治　疗

无症状低而圆钝的中央尖，患牙不需处理。高而锐的中央尖在未建立对殆关系前应及早作处理。方法为：首先摄患牙 X 线片，对有髓角突入中央尖内的患牙局麻下立即全部磨除中央尖行直接盖髓术。对髓角未突入中央尖的患牙可采取分次调磨中央尖的方法，每次间隔 2~3 周，每次磨的厚度不得超过 0.5mm，调磨后的部位用 75%氟化钠甘油糊剂反复涂擦。

年轻恒牙牙根未发育完成并发牙髓病时，应尽量保存活髓作直接盖髓术或活髓切断术，促进牙根的发育形成；并发根尖周炎者，应行根尖诱导成形术；这两种情况都应在牙根发育形成后及时行彻底的根管治疗。牙根发育完成的患牙发生牙髓和根尖周病者，做根管治疗。

畸形中央尖患牙有以下情况的应考虑拔除：①牙根生长发育期已完成且冠根比例小于 1 的，②治疗后冠根比例小于 1 的，③冠根比例大于 1，但根尖周感染明显，常规治疗效果不明显且不能行根尖周手术的患牙，④伴有牙周疾患的，⑤因正畸治疗需要拔除前磨牙的。

临床在诊治无明显牙体龋损和牙周疾患而发生牙髓感染的前磨牙时，应仔细检查患牙和其同名牙有无畸形中央尖。

第五节 牙 内 陷

牙内陷又名畸形舌侧窝、畸形舌侧沟、畸形舌侧尖和牙中牙。

一、发病机制

牙内陷 (dens invaginatus) 是牙胚发育时期，成釉器过度卷叠或局部过度增殖，深入到牙乳头中所形成的发育畸形。牙萌出后，在牙舌面可出现一囊状深陷的窝洞，常见于上颌侧切牙，偶也可发生于上颌中切牙或尖牙。

二、临床表现

根据牙内陷的深浅程度及其形态变异，临床上可分为：畸形舌侧窝、畸形根面沟、畸形舌侧尖和牙中牙。

（一）畸形舌侧窝

舌侧窝呈囊状深陷，食物残渣容易滞留，细菌利于滋生，同时囊底存在的发育缺陷使其成为薄弱环节，龋坏易发生且常引起牙髓感染、坏死及根尖周病变。畸形舌侧窝有对称性，是牙内陷最轻的一种（图 11-6）。

（二）畸形根面沟

为一条纵形裂沟，由舌侧窝越过舌隆突并向根方延伸，长短深浅不一，严重者可达根尖部，甚至将牙根一分为二，形成两个牙根（图 11-7）。畸形根面沟尚未引起病变时，发现诊断很难。X 线片上有时显示线样透射影，易被误认为副根管或双根管。畸形根面沟使龈沟底封闭不良，上皮在该处呈病理性附着并形成骨下袋，细菌、毒素易从此处侵袭破还牙周组织，引起牙周疾患。畸形根面沟常与畸形舌侧窝同时出现。

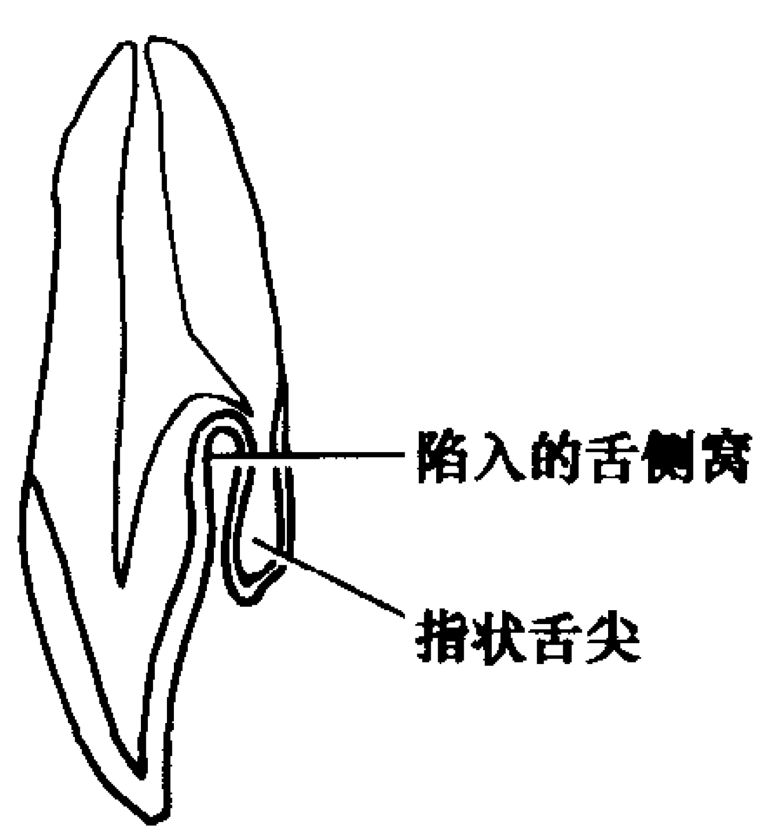


图 11-6 畸形舌侧窝

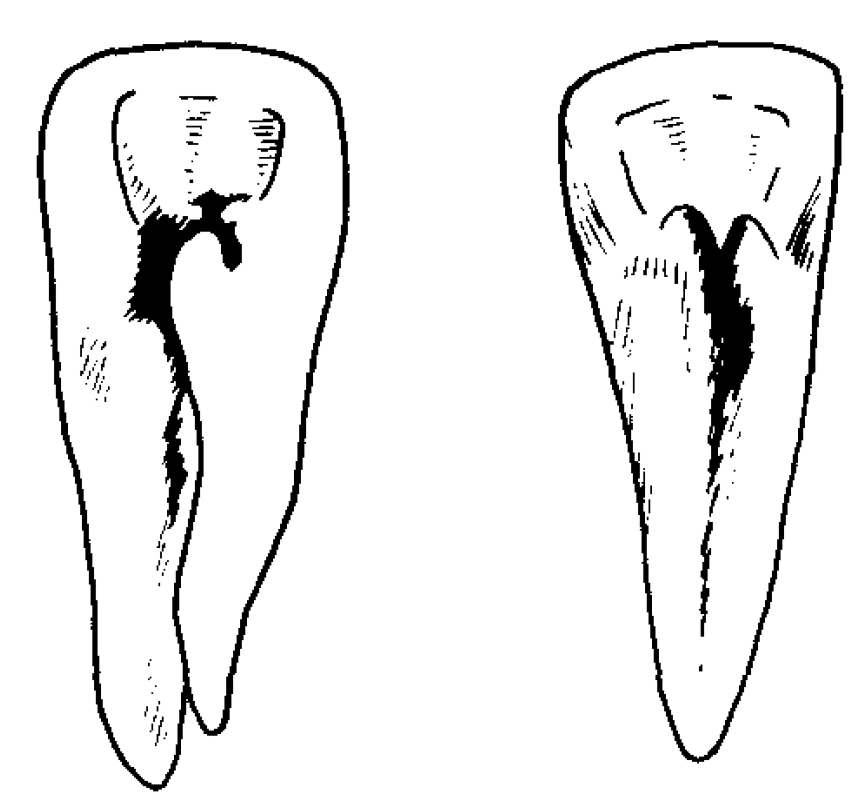


图 11-7 畸形根面沟

（三）畸形舌侧尖

在舌侧窝内陷的基础上，舌隆突呈圆锥形突起形成一小牙尖。牙髓组织亦随之进入畸形舌侧尖内，形成纤细髓角，易磨损或折断引起牙髓及根尖周组织病变。

（四）牙中牙

牙中牙是最严重的一种牙内陷。牙呈较其固有形态稍大的圆锥状，其原有的牙齿组织解剖形态特点不清楚。X 线片示好似牙中包含一个小牙，周围有低密度影像，是含有

残余成釉器的空腔。

三、诊　断

上颌侧切牙多见，中切牙偶见，有对称性。畸形舌侧窝患牙舌侧窝呈囊状深陷，深浅不一，窝内多有色素沉积，可继发龋齿。畸形根面沟可见一异常的发育沟从舌侧窝越过舌隆突延伸至腭侧根面，长短深浅不一，严重者可达根尖部将牙根分裂为二，常伴有牙周炎。畸形舌侧尖在舌隆突呈趾状舌尖，有时内有髓角深入，磨损或折断后可继发牙髓病和根尖周病。牙中牙的牙冠外形呈圆锥形，无正常牙齿的解剖形态特点。X 线片显示内陷的釉质似大牙中的小牙。

四、治　疗

无牙髓疾病症状且可探入的舌侧窝，可进行充填治疗；已出现牙髓炎或根尖周炎的牙内陷患牙，应作根管治疗；畸形根面沟引起牙周炎应做牙周治疗，如沟深和（或）长引发重度牙周炎时，应拔除；因根管畸形而无法进行根管治疗的患牙可作根尖倒充填手术或牙再植术。畸形舌侧尖的治疗方法可参照畸形中央尖的治疗。

第十二章 牙齿颜色异常的诊断与治疗

牙齿颜色异常可分为变色牙和着色牙。无论从发病原因和机制、还是临床表现及治疗方法看，这两类颜色异常的牙存在着明显的差别。

变色牙是牙齿在生长发育期间或萌出后受到内在或全身因素的影响，牙体硬组织结构发生改变而产生的永久性颜色变化。如服用大量四环素族药物而产生的四环素牙，饮水或食物中氟含量过高而产生的氟斑牙，遗传性因素引起的牙本质发育不全（又称乳光牙），牙髓坏死后牙冠变色以及牙齿增龄性变化出现相应的颜色改变等。

着色牙是由外部因素或口腔局部环境变化引起。如烟、茶、饮料、食物及药物中的色素沉积附着在牙体表面，遮盖了牙齿的正常颜色。外源性着色一般不会对牙体硬组织结构产生影响。

消除着色牙的色素一般通过较简单方法即可解决，如超声波洁牙或手工洁治，但需经常进行处理才能保持牙齿干净洁白。处理变色牙的方法则相对较难，如用漂白剂脱色，复合树脂遮盖或戴烤瓷冠等。随着经济和文化生活的改善，人们的审美意识不断提高，要求治疗变色牙和着色牙的人越来越多。这一方面给我们提供了大量的临床机会，另一方面也给我们的技术水平提出了更高的要求。作为口腔专业医生应当不断提高牙齿美容技艺，完善治疗变色牙和着色牙的方法，让牙齿颜色异常的患者恢复一口自然美观的牙，拥有自信的微笑。

第一节 四环素牙

四环素牙（tetracycline stained teeth）是儿童在牙齿发育矿化阶段服用了大量四环素族药物而引起的牙齿永久性变色。早在20世纪50年代初期，国外已有关于四环素牙的报道。在我国直到70年代中期，四环素牙才引起人们的广泛重视。

四环素牙在我国十分普遍，其发病人群主要集中在一个特定的年龄阶段。即20世纪60年代中期至70年代末10余年间出生的人，曾较普遍服用过四环素族药物，致使现在20多岁至40岁不到的年龄阶段呈高发人群。据国内许多文献报道，在这一年龄阶段四环素牙的发病率高达30%~70%左右。城市出生的人群发病率远高于农村出生的人。根据发病率估算，我国仅这10余年间出生的人群中，四环素牙患者可高达数千万之多。

临床上四环素牙的颜色以黄色为主，也可呈现灰、褐、棕色等色调（图12-1）。各种颜色在同一病例中也可相互混杂共存，并呈现深浅不一表现。严重的四环素牙还可伴有牙釉质发育不全。目前对四环素牙还没有统一的临床分类，笔者提出以下分类：

Ⅰ度：牙冠比正常牙明显偏黄色，或浅灰色；

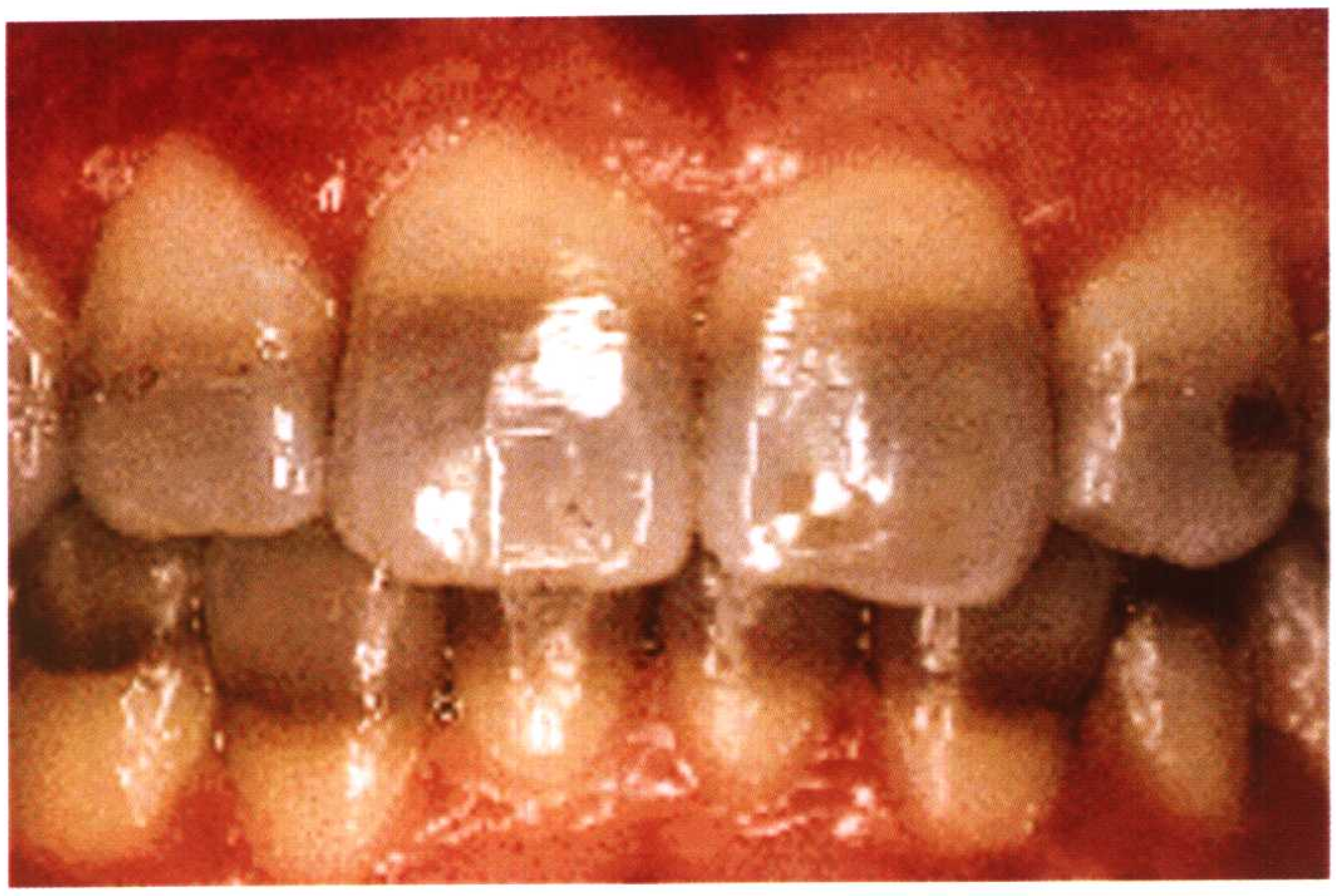


图 12-1　四环素牙

Ⅱ度：牙冠呈显著黄色，或出现灰、褐、棕色，可伴有轻度牙釉质发育不全；

Ⅲ度：牙冠呈深度黄色，或深灰、深褐、深棕色，多数伴有较显著牙釉质发育不全。

四环素牙的颜色与服用四环素族药物的种类、剂量、服药年龄以及持续时间有关。在四环素族药物中，服用四环素后牙齿变色最深，服用去甲金霉素和土霉素牙齿染色则较浅些。服药时间持续越长，给药次数越多，剂量越大，则牙齿变色越深。短期服用大剂量四环素与长期服用剂量相当的牙比较，前者四环素牙罹患更为严重。由于四环素牙主要是牙本质着色，服药年龄愈早，色素沉积愈靠近釉牙本质界处的牙本质层，颜色则容易透过牙釉质显露出来，故服药年龄愈早牙齿显色愈深。由于牙颈部牙釉质较薄，故多数四环素牙病例牙颈部显色较牙冠其他部位深。

四环素牙发生的年龄阶段主要在 6 岁之前，尤其在 1~3 岁左右幼儿时期。这时恒牙牙冠正处于钙化阶段，摄入四环素药物后牙齿很容易受累。乳牙亦可出现四环素牙，是因为孕妇服用四环素后，药物可部分通过血胎屏障使胎儿牙齿染色。不过临床上乳牙四环素牙发病率远较恒牙低，且着色亦浅。

随着年龄增加，四环素牙的颜色会逐渐加深。这是由于四环素族药物的分子结构具有光感性，萌出后的牙经日光和紫外光照射而色素基团变深。因此，许多四环素牙患者成年后牙齿颜色较儿童时期深了许多。越容易暴露口腔外接受光照的牙变色程度越严重，这就是为什么不少四环素牙患者前牙颜色较后牙深，唇面颜色较舌面深的缘故。

一、发 病 机 制

四环素类药物具有和多价阳离子亲和的性能，对牙齿硬组织和骨组织亦具有极好的亲和力。在牙齿发育钙化过程中，人体摄入的四环素族药物容易沉积到牙体硬组织，以一种络合物形式与钙结合后形成四环素-钙复合物。由于四环素药物具有带黄色荧光特性，故这种色素复合物的沉积使牙体呈现出四环素色改变。据研究认为，四环素-钙复合物主要沉积于牙本质中。牙本质中的色素分布量是牙釉质中的 4~9 倍。牙本质中色素呈带状分布，似帽状层层排列，而牙釉质中仅为游散性非带状色素。也有观点认为，牙本质中色素分布量大是因为牙本质中羟磷灰石晶体小，总表面积比牙釉质羟磷灰石大，因

而使牙本质吸收四环素色素的量多于牙釉质。

四环素类药物对牙齿的影响主要是改变颜色，严重时也会伴有牙釉质发育不全。四环素类药物产生的四环素正磷酸复合物抑制了牙齿矿化过程中的核化和晶体生长两个相。严重牙釉质发育不全会使牙本质暴露，着色显得更深。较轻的牙釉质发育不全降低了牙釉质的透明度，对牙本质变色还有部分遮挡作用，因而使四环素牙颜色显得浅些。

二、治疗方法

四环素牙是完全可以预防的。我国药典已明文规定，孕妇、哺乳期妇女及8岁以前的儿童禁止服用四环素族药物。这一规定颁布后20多年来，我国出生的人口中四环素牙发病情况已得到根本性控制。临床观察表明，目前在20岁以下的年龄阶段，四环素牙患者已很少见。对已经出现四环素牙的患者，我们则应根据病变情况采用相应处理措施，满足他们的爱美要求。

四环素牙的治疗方法有漂白脱色法和遮盖法。脱色法适用于变色不太深的Ⅰ、Ⅱ度四环素牙。遮盖法采用复合树脂或烤瓷冠，前者适合于轻、中度四环素牙，后者更适用于严重程度着色或伴有釉质发育不全的四环素牙。

（一）复合树脂遮盖法

复合树脂主要包括光固化树脂和化学固化树脂两类。由于光固化树脂使用方便、性能优越，在临床上得到广泛应用，化学固化树脂已基本被临床淘汰，下面提及的复合树脂均指光固化（或光敏）树脂。

光敏树脂是经430nm波长蓝色可见光催化聚合的高分子材料。自20世纪70年代问世以来，经过不断研究改进，其性能得以逐步完善。光敏树脂在物理光学性能方面与天然牙体组织十分匹配，使修复后的牙齿达到近乎自然、完美的效果。同时，光敏树脂较好的解决了与牙体硬组织的粘接强度和耐磨性能，已成为现代牙体美容修复的理想材料之一。用复合树脂酸蚀粘接技术进行四环素牙美容修复，方法简单，磨除牙体组织少，治疗效果较好，深受患者欢迎，在临床上早已被广泛采用。下面介绍该方法操作步骤与要领。

1. 术前准备　术前应常规用超声波洁牙，消除牙面色素、结石和软垢。龈炎患者应在术前一周作治疗，待牙龈炎症消退后才能作树脂贴面。如果以前作过树脂覆盖需重新美容修复者，应彻底去除残留树脂。牙龈增生患牙应用电刀切龈，待牙龈外形恢复正常后再作牙体美容。牙髓或根尖周病患牙应先完成根管治疗再行树脂贴面修复。

2. 牙体预备　作光敏树脂覆盖的牙应对唇面牙釉质进行必要的打磨。打磨的厚度一般为0.2~0.4mm左右。有人建议打磨厚度为0.6~0.8mm，但笔者认为这样会损伤更多健康牙体组织，不宜提倡。也有人主张不打磨釉质，直接对牙表面进行酸蚀粘接。但临床经验表明，完全不打磨釉质不利于树脂与牙面的粘接，脱落率明显增加，且修复后的牙冠显得过于膨突。打磨时最好采用粗砂粒金刚砂针，以获得更大的粘结力。打磨牙面时下列情况应作适当调整。

牙冠唇向错位明显者可增加打磨厚度，而舌向错位的牙应尽量少磨牙釉质。颜色过深的四环素牙亦可适当多磨一些釉质，以便增加树脂覆盖厚度，提高遮色效果，但磨除厚度不应超过牙釉质的2/3，否则暴露牙本质后不仅降低粘接强度，还会对牙髓造成刺

激。

正常邻接关系的牙打磨釉质范围不应超过牙冠邻面接触点，有明显牙间隙者应打磨整个邻面以利关闭间隙，但邻面磨除厚度应尽量薄。

牙体过宽的牙应多磨除一些近远中轴角区牙釉质，以减少树脂覆盖后牙冠的宽度。

此外，牙体预备还应包括对龋坏、釉质发育不全等引起牙本质暴露较深的牙进行垫底或间接盖髓处理。垫底材料主张选用玻璃离子粘固剂或复合体。如果用 $Ca(OH)_2$ 作间接盖髓处理，则必须再用上述垫底材料遮盖，否则在 $Ca(OH)_2$ 表面直接覆盖树脂后会透出白色雾状斑块。

打磨后应彻底清洗牙面，用浸有肾上腺素棉捻放入龈沟排龈，以减少龈沟液分泌，保持术中牙颈部洁净清爽。

3. 酸蚀牙面　隔湿干燥牙面后，用小棉球或专用小毛刷蘸釉质酸蚀剂（30%~50%磷酸）涂布于打磨后的牙釉质表面，活髓牙 30~40 秒左右，死髓牙可超过 1 分钟。酸蚀剂应均匀涂布在打磨过的釉质面，不宜涂布在暴露的牙本质区。如果牙面有牙本质暴露区，可用专用牙本质清洁剂处理。

用流水冲洗牙面 15~20 秒，最好使用棉纱或吸唾器排除冲洗液，避免唾液污染酸蚀后的牙面。用压缩空气适度吹干牙面。干燥后的牙釉质表面呈无光泽的白垩状改变。如果白垩色不明显，表明酸蚀不够或酸蚀液涂布不匀，可补充酸蚀该区域。

酸蚀后的牙面应进行彻底隔湿保护，防止油剂类药物、含油气体、唾液、手指污迹接触牙面，应仔细将唇颊粘膜与牙面隔离开。

随着粘接技术和材料研究进展，近年来酸蚀概念已发生了明显变化。如酸蚀时间明显缩短，过去要求活髓牙酸蚀 1 分钟，死髓牙 2 分钟，现在已主张分别控制在 30 秒和 1 分钟左右。现在已有用于临床的新型光敏树脂粘接系统（酸蚀粘结合二为一），省去了冲洗、干燥步骤，使用起来更方便、省时。

4. 涂布粘接剂　用小毛刷或小棉球蘸粘接剂均匀涂布于酸蚀干燥后的牙釉质面上。牙本质暴露区可涂牙本质粘接剂或牙本质处理液。

涂粘接时应注意均匀周到，酸蚀过的牙面均应涂布，不能遗漏。粘接剂应呈薄层，切忌过厚，可用气枪轻轻吹拂牙面使粘接剂缓缓流动，以利于渗入酸蚀后的微孔隙。

光照或不光照对树脂与牙面的粘接强度无明显影响。但如果使用遮色剂或使用遮色作用较强的树脂之前最好先光照 20 秒，以保证粘接剂充分固化。

5. 选色　颜色选择是进行四环素牙美容至关重要一步。这一步应由牙医师与患者共同完成。医生应耐心向患者解释所用方法的优缺点，材料的性能，颜色的搭配以及美容后的效果。有经验的牙医一般都会与患者一起探讨颜色的选择方案，达成共识。这一步也可在术前准备工作中进行，以事先取得患者认可和配合。

目前临床上使用的复合树脂品种多，颜色挑选余地大，而且不断有新的产品问世，为了获得更理想的美容效果，我们应当选择材料性能优越的产品。四环素牙颜色选择一般不使用比色板，这是因为厂家提供的比色板上树脂牙厚度（5mm 左右）远比我们覆盖在牙面的树脂厚度（1mm 左右）要厚，两种厚度所表达的色彩信息是不会相同的。而且比色板上树脂牙底部并没有四环素牙那样深的颜色作衬托。因为同样树脂厚度，底色越深遮盖效果越差。故按比色板选出的材料覆盖在四环素牙上远达不到比色板上树脂

牙的色泽和美感。在四环素牙美容选色时应考虑以下几种因素：

（1）患者牙齿颜色的深浅是选色的主要依据：Ⅰ度四环素牙，可选用 A_1 或 A_2 颜色树脂作单层覆盖即可，但对修复后牙齿颜色要求更白的患者可选用 B_1。

Ⅱ度四环素牙，可采用双层树脂覆盖。底层选用遮色能力较强且接近自然牙本质色的树脂，如 A_3；外层树脂应用较浅的颜色如 A_2、A_1 或 B_1。

Ⅲ度四环素牙处理方法可采用遮色剂加树脂。先用遮色剂均匀涂布牙面（切忌涂成花斑状），光照固化后再按Ⅱ度四环素牙方法作双层树脂覆盖。如不用遮色剂时，应使用遮色作用较强的树脂并增加树脂覆盖的厚度。

（2）不同牙位以及同一牙冠不同部位颜色选择应有差异：牙冠的切端、中部和颈部颜色有明显差别。一般说牙冠颈部彩度大，色相偏红黄。中部明度大、彩度小，颜色偏白或灰白。切端具有半透感，颜色遮色力不要太强，选色时应充分考虑这些因素。如果仅仅用一种颜色树脂完成牙面修复，则显得呆板，缺乏活力和美感。

同样，不同牙位颜色选择也应考虑颜色变化规律。中切牙和侧切牙应用明度大、彩度小的树脂，尖牙、前磨牙的彩度相应增加、明度随之降低。这样从中切牙到尖牙颜色出现渐暗变化，符合天然牙齿色泽变化规律。

（3）选色还应考虑覆盖牙齿的数量以及患者的肤色：一般说四环素牙美容修复牙数应上下颌各 6 颗或 8 颗为宜，如果患者要求前牙覆盖的数量少于 6 颗，则树脂颜色不宜过浅，以免造成与未覆盖牙齿颜色反差过大产生极不协调感觉。如果患者肤色较白，可选用较浅的颜色，反之树脂颜色应适当调深一些。

（4）光敏树脂修复后随着日光和紫外光照射颜色可能会逐渐变暗：四环素牙选色宁可选明度大、彩度小的颜色，以保持较长时间内树脂贴面的美观效果。

四环素牙选用光敏树脂美容修复并非单一颜色能够完成，临床上应同时备有多种颜色的树脂材料供选择。如果选色一时难定，可先用待选树脂试作一个牙的贴面，光照固化后再作出判断。

6. 覆盖塑形　将树脂堆放牙面并进行塑形是四环素牙美容修复中的关键一步。操作者应对每个牙位的唇面外形相当熟悉，并具备扎实的牙体美容修复技能。这就要求牙医有一定的美学基础知识和艺术修养，把牙面塑形视为艺术加工，才能使牙齿修复后达到自然、逼真、美观的效果。

Ⅱ度四环素牙覆盖塑形可在底层用颜色稍黄（如 A_3）并带有遮色作用的树脂堆放牙面，用专用雕刀（最好是光洁而薄）推压树脂铺平在牙面上，也可用酒精清洁后的手指头辅助成形。这一层树脂应薄而均匀，厚度 0.2mm 即可，不必雕刻外形。放置树脂范围应注意切端不应超过切缘，颈部应不刺激牙龈，邻面应注意隔离防止与邻牙粘接在一起。光照固化后放置表层树脂塑形：牙冠颈 1/3 处用 A_2 作薄层覆盖，牙冠切 2/3 段用 A_1，树脂厚度 0.4mm 左右。注意两种颜色树脂接触应呈斜面交错，以保证颜色自然过渡。光照之前应对表面一些解剖特征如发育沟、生长线等外形基本塑形。发育沟在上颌前牙塑形中具有画龙点睛作用，应注意其位置、深浅、长度、角度和宽度，做好了牙冠显得生动有活力，否则给人生硬呆板感觉。塑形时还应考虑性别差异，如女性的牙应尽量做的小巧，线条圆润，男性的牙可做的适当宽大丰隆。

7. 打磨抛光　用细砂粒金刚砂针磨除颈缘、切缘和邻面多余树脂，仔细修磨外形，

调整咬𬌗，消除早接触点，适当减轻切端树脂𬌗力。颈部应以不能探及悬突或台阶为宜。树脂贴面颈部悬突过大，术后牙龈发炎出血情况十分普遍。打磨修形还可对牙冠外形作进一步调改，前期未作出的形状如发育沟亦可通过打磨成形。对塑形效果满意的牙冠表面仅作轻微打磨，以便去除树脂表层发粘的氧阻聚层。

打磨外形后还应进行仔细抛光，临床上不少牙医忽略这一步。抛光工具最好备有白细砂石，含铝的软塑料碟片，以及橡皮杯和抛光膏等。抛光应严格按程序进行，从粗到细逐一抛光。抛光时应喷水，防止干磨。手机转速不宜过快，应调至 1000r/min 以下。操作过程中应注意避免伤及牙龈，发育沟应顺着沟磨，不应忽略颈缘和邻间隙抛光。按程序抛光后的牙冠表面会产生一种光洁、滑润的感觉，犹如一件精美的工艺品。而未抛光或抛光不精细的牙面则显得粗糙无光泽。

8. 疗效评价　光敏树脂作为四环素牙的主要美容材料之一，深受牙医和患者欢迎，临床应用极为广泛。此法磨除牙体组织少，花时间不多，美容效果肯定，尤其对Ⅰ、Ⅱ度四环素牙较为理想。但光敏树脂覆盖也有自身不足，如脱落问题，随时间延长颜色逐渐变暗，对重度四环素牙遮色效果欠佳，选择病例时应掌握好适应证。

（二）漂白脱色法

使用漂白剂作用于变色牙后，其颜色可部分或全部脱色，称之为牙齿漂白脱色法(tooth-bleaching)。四环素牙漂白治疗可由医生操作实施（称之为诊室内漂白），也可由患者带回家自行完成（称之为家庭内漂白）。漂白剂可通过牙釉质表面起作用，也可通过髓腔作用于牙本质产生脱色效果。目前常用的漂白剂有强氧化剂如 30%过氧化氢溶液，也有刺激性较弱浓度为 10%~15%的过氧化脲。采用不同方法和药物其脱色效果有明显差异。

在牙齿生长发育阶段，人体摄入四环素族药物后经血流分布到牙体硬组织中，与钙离子结合形成色素基团，永久性沉积在牙体硬组织中。牙本质中沉积的色素基团远多于牙釉质，故四环素牙的颜色主要是牙本质中的色素显现出来的。因此，漂白剂必须穿过牙釉质渗透到牙本质中才能产生脱色效果。据研究表明，目前临床上使用的过氧化氢或过氧化脲等漂白剂分解后产生多种超氧化物，他们作为强氧化剂可通过链式或链式支链反应增大氧化剂的作用。这些氧化剂可渗入牙体硬组织，与色素基因发生结合反应，从而达到漂白牙齿改变颜色的作用。漂白剂能渗入牙本质的直接证据是，漂白治疗期间患牙有明显敏感症状，甚至轻微牙髓炎症反应，停止使用后症状不久会消失。但也有研究认为，漂白剂无法通过结构致密的牙釉质进入牙本质起作用，而是使牙釉质脱矿后结构变化而改变了牙釉质的折光率，牙釉质表面呈白垩色改变，从而部分遮挡了牙本质的色素。

采用的漂白剂有过氧化氢、过氧化脲、磷酸、盐酸等。

1. 过氧化氢与过氧化脲　过氧化氢可直接渗入牙体硬组织产生漂白作用。过氧化脲则必须通过分解后生成过氧化氢才能起作用。由于以过氧化脲为主要成分的漂白剂脱色显效较过氧化氢慢，故需要持续较长时间与牙面接触才能达到脱色效果。如果在过氧化脲中加入羧基多亚甲基聚合物还可延迟过氧化氢释放。这种缓释剂有助于更多漂白剂渗透入牙本质层，获得最大脱色效果。研究发现，过氧化氢对牙釉质有脱矿作用。漂白后牙釉质表面都呈不同程度的白垩色改变，不透明、无光泽。

常用的漂白剂浓度：10%~30%过氧化氢，10%~15%过氧化脲，高浓度漂白剂对牙龈牙髓有强烈刺激作用，只能由医生使用，应特别注意保护软组织。低浓度药物刺激性小，较为安全，可作为家庭内漂白剂。

2. 磷酸和盐酸　临床上还可使用18%~36%盐酸和30%~50%磷酸作为四环素牙漂白剂，但使用次数需在10次或20次以上才能产生漂白作用。

酸类漂白剂作用原理主要是使牙釉质表层脱钙溶解，产生白垩状改变遮挡了深部牙本质色素，并非改变了牙本质中的色素基团。

酸类漂白剂对牙髓、牙龈有明显刺激作用，使用时应注意操作安全。

3. 漂白方法　包括诊室内漂白和家庭内漂白两种方法。

（1）诊室内漂白法：诊室内漂白一般采用30%过氧化氢作为漂白剂，由专业医生实施操作。其基本操作方法是：严密隔湿，凡士林涂擦牙龈，乙醇清洁牙面，吹干后用棉球蘸30% 过氧化氢溶液，反复涂布牙面。然后不断更换新鲜药液棉球，每次持续约20分钟左右，每次处理后能产生明显的脱色效果。每周进行1~2次同样操作，直到牙齿达到漂白效果为止。

使用过氧化氢漂白过程中，可配合使用其他药物或方法，能取得更佳效果。如灯光照射或红外线加热：先在牙面涂布30% 过氧化氢溶液，再用灯光照射加热（50℃以下）或红外线照射，这些方法处理后可增加过氧化氢对硬组织的渗透能力。

半导体激光照射：采用专门的半导体激光仪通过830nm独特波长照射能促进过氧化氢的分解和增强渗透作用，可选择性地用于牙体硬组织的色素颗粒，将其氧化分解。此法可显改善漂白效果，提高临床效率，并能显著降低疗程。一次就可以达到美白效果，业界有人称为光子美白，其实质仅是漂白脱色方法的一种改良。

加入有机溶剂或术前酸蚀牙面：为了提高漂白效果，有人主张用适量乙醚，加入到过氧化氢中，或漂白前先用磷酸酸蚀牙釉质面，也能提高疗效。

从髓室内给药：有的牙医主张把需漂白的四环素牙全部摘除牙髓行根管治疗，在髓室内放置过氧化氢棉球，能比从釉质表面进行处理获得更好的漂白效果。但我们认为此法有顾此失彼之嫌，不宜提倡。

（2）家庭内漂白法：家庭内漂白法（in-home bleaching）是指患者可把漂白药物带回家并通过特定的装置自行实施漂白操作。实施这一过程须具备2个条件：一是安全性较好且操作方便呈凝胶状的漂白剂，二是根据患者牙殆特制的托盘。患者睡觉前将放有漂白凝胶的托盘戴入口中，早晨起床后取出托盘。这一方法主要是在夜间完成，故又称为夜间漂白法（nightguard vital bleaching）。

家庭内漂白剂一般采用10%~15%过氧化脲作为主要成分，并配成凝胶制剂。患者初诊时先取模，用真空机压制出无色透明的纤维托盘。托盘应保证与牙颈缘贴合紧密。患者使用时将适量凝胶漂白剂放入托盘中，戴入牙殆上，去除多余凝胶，早上起床后摘下托盘洗净。每日一次，连续2周为一疗程。家庭内漂白方法给四环素牙患者提供了极大方便，减少了复诊时间。由于漂白剂与牙面保持长时间接触，使药物能有充分时间发挥作用，提高了脱色效果。

4. 使用注意问题　牙釉质发育不全、磨耗或外伤折裂的活髓牙行漂白术时应防止漂白剂直接接触暴露的牙本质面，以减少或避免对牙髓的刺激。在漂白过程中或完成

后，患者可能会出现感觉不适，如对冷、酸敏感，这些症状一般是暂时的、可逆的，停止漂白后会逐渐恢复。也可使用含氟制剂作脱敏处理以减轻症状。但如症状加重，应停止使用漂白剂或调整治疗计划。

应当指出的是，30% 过氧化氢溶液是一种强氧化剂和腐蚀剂，接触粘膜、皮肤会产生严重灼伤。因此，操作过程中应特别注意对龈、舌、颊及口唇粘膜和皮肤的保护，尤其是注意避免接触病人眼睛。家庭内漂白应注意防止凝胶从托盘中泄漏或误吞入食管。

5. 疗效评价　四环素牙的漂白效果与牙齿染色程度、使用漂白剂种类和方法以及漂白时间等因素有关。一般说，颜色越深的四环素牙疗效越差，Ⅰ、Ⅱ度四环素牙脱色效果较为满意。颜色偏黄的比偏灰偏褐色或棕色的四环素牙漂白效果好。

漂白剂的浓度、作用时间、接触次数与漂白效果呈正相关。

牙冠切端漂白效果较龈端好。牙齿钙化程度高、患者年龄增大，漂白效果降低。

漂白后的牙齿颜色虽变白，光泽度却降低，有“光玻璃”变“毛玻璃”之感。漂白后的牙齿可出现回色。回色一般在术后短则数天多则数月后出现，回色程度因人因牙而异。颜色越深的四环素牙回色越快越明显，前牙回色比后牙快，唇面比舌面快。因此漂白脱色后牙齿颜色的稳定性直接影响到漂白术的应用与发展前景，有待于加以研究解决。

（三）烤瓷全冠或贴面修复

对于颜色很深并伴有釉质缺损的重度四环素牙，复合树脂或漂白脱色往往很难达到满意效果，最好选择烤瓷全冠或贴面修复，方能满足对美观的要求。

第二节　死髓变色牙

牙髓坏死后牙齿颜色会逐渐失去原有的光泽，变得灰暗，严重者变成褐色或深褐色，与邻牙比较显得极不协调。这种死髓变色牙在成年人中间较为普遍。死髓变色牙可发生在任何牙，但以前牙尤其上中切牙多见。

一、牙髓坏死导致牙冠变色的原因

（一）外伤

牙齿受到碰撞、打击或其他外力因素后，牙髓血流循环容易出现障碍，活力降低出现退行性变或渐近性坏死。当外伤较轻时，牙髓出现坏死和牙齿变色的过程十分缓慢，常常经过数年或更长时间才表现出来，并且时间越久，颜色变得越深。

牙齿外伤后髓腔内血管出血，血红蛋白等物质进入牙本质小管，分解释放出铁离子，与硫化氢结合生成硫化铁，进而引起牙冠颜色改变。

（二）龋病

牙齿龋坏穿髓后，牙髓组织受到细菌感染而发炎、坏死。坏死牙髓组织中含有多种蛋白降解产物，使牙齿逐渐失去光泽，颜色变暗。

（三）修复材料

牙髓治疗过程中使用的化学药物或材料选择不当也可引起牙冠变色。如塑化液中的

色素容易渗透进牙本质小管，牙体修复过程中使用的银汞合金及金属桩、钉腐蚀后释放出氧化物、硫化物及氯化物等，这些色素透过牙体或修复体显示出来，对美观产生一定影响。

二、死髓牙变色的防治

（一）及早去髓充填根管预防变色

牙髓因外伤或龋坏引起感染或坏死后，应及早去尽炎性物质及坏死牙髓组织，特别是软化牙本质，进行彻底根管治疗，避免使用性能不稳定或带色素的充填材料。这样虽不能完全防止牙冠变色，但至少可以减轻变色的程度。

（二）髓室内漂白

坏死牙髓变色的漂白必须在根管治疗完成后进行，将漂白剂放入髓室内直接作用于牙本质，效果优于髓室外漂白法，其操作方法如下：

1. 严密充填根管，将牙胶尖从根管口下 2mm 处挖去，用磷酸锌水门汀或复合体垫底，去尽髓室内残存的感染物质及垫底材料。

2. 用浸饱和的 30% 过氧化氢溶液棉球置于髓室内，10~20 分钟更换新鲜药液棉球，重复 2~3 次后牙冠颜色会明显变浅。也可把 30% 过氧化氢溶液棉球放入髓室内用丁氧膏严密封洞，2~3 天后换药。经过几次处理后，牙冠颜色可基本恢复正常。

3. 漂白治疗完成后，应用牙色材料如光敏复合树脂或复合体充填髓室及窝洞。切勿使用金属类充填材料或深色复合树脂充填。

髓室内漂白可产生某些副作用，如牙颈部出现外吸收。临床观察表明，部分病例可在短则数月、多则数年出现程度不同的外吸收。据研究认为，导致外吸收的机制可能是，漂白剂沿牙本质小管渗透出牙颈部，使周围组织酸度增加，导致牙本质轻度脱钙和溶解，并出现周围组织感染，增加破骨细胞作用，继而引起牙颈部硬组织吸收。防止牙颈部外吸收的方法，主要在于掌握根管口垫底的位置、密合度和材料种类。建议选用耐酸材料从根管口垫底，厚度 2mm 左右，与髓室底平齐即可，一定要压紧填密合，防止漂白剂向颈部渗漏。

（三）光敏树脂遮盖或烤瓷冠修复

光敏树脂贴面是解决无髓变色牙的常用美容方法之一。详细方法见本章第一节四环素牙治疗有关内容。由于无髓变色牙多为单个牙或少部分牙，而邻牙颜色大都正常，故光敏树脂覆盖前主张磨除较多牙釉质，保证材料有足够厚度，以获得更佳的遮色效果。但由于光敏树脂遮色能力有限，变色过深的牙冠用此法很难收到满意效果，而烤瓷全冠则是首选方法。

第三节　牙齿外源性着色

外源性色素沉积或附着在牙齿表面，难以用水清洗干净者，称之为着色牙。着色牙中的色素主要来自日常生活中的食物，饮料、药物以及烟、茶等嗜好。着色牙可出现在不同年龄阶段，但以成年人最为普遍，尤以吸烟、饮茶者为甚。应该说，着色牙是口腔卫生不良的一种表现。不仅影响美观，还会成为一些口腔炎症的诱因。

一、临床表现

外源性色素可单独附着于牙面各个部位，也可与牙菌斑、牙结石混杂并存。轻者呈散在点状颜色分布于牙面上，重者则大面积或全部覆盖牙冠。着色牙的颜色因色素来源不同可呈棕色、褐色、绿色等。成年人中的着色牙发生比例很高，与吸烟饮茶有密切关系。

茶叶的着色能力很强。据认为是茶叶中的鞣酸与铜、铁、镁等结合，形成棕色沉积物牢牢附着于牙面上。

烟叶中的焦油非常易于附着在牙面上，抽烟人群中大多数牙齿都有浓厚的褐色烟斑。观察表明，抽烟人群中无论着色牙的数量还是程度都远高于非吸烟者。

口服或外用药物中的色素也很容易沉积在牙面上，如经常使用氯已定、氯化锶可使牙面呈棕色着色，某些中成药也有一定着色性，药物性着色牙在停药后可逐渐消失。

儿童牙齿也会出现一定着色现象，一般呈黄绿色或棕褐色薄膜。这些颜色一方面是牙菌斑中的产黑色菌作用所致，另一方面来自带有色素的食物或饮料。

二、防治方法

防止着色牙的形成主要靠自我口腔保健措施。刷牙和牙线是防止牙面色素形成最有效的方法。应掌握正确刷牙方法，选用有效的牙膏和适宜的牙刷。坚持每天至少早晚各刷一次，每次不少于 3 分钟，耐心认真刷净牙齿各个部位，配合使用牙线更能保证牙间隙得到彻底清洁。实践证明，每日口腔卫生措施坚持较好的人，牙面不易形成色素，反之刷牙不认真或不刷牙的人则牙面色素广泛而浓厚。

通过改变饮食习惯或嗜好是预防牙齿外源性色素沉着的有效方法。如彻底戒烟，少饮浓茶和咖啡，不使用使牙染色的药物等。

当色素日积月累较多时，或与菌斑、牙石一起堆积在牙面上，单靠刷牙和牙线是无法清洁掉的，必须采用超声洁牙或手工洁牙才能彻底清除。超声洁牙应定期进行每年 2 次为宜，色素、牙石形成较快者应每季度一次。值得强调的是，无论超声洁牙或手工洁治，应力求干净、彻底，否则粗糙牙面会使色素、牙石形成更快。因此，主张洁牙后应对牙面进行认真、仔细打磨抛光，保持牙面光滑洁净。

定期超声洁牙在发达国家已成为一种常规口腔保健措施之一，在我国也逐渐被人们接受，但远未普及。应当认为，定期洁牙固然需要，防止着色牙和牙结石形成比定期清洗牙齿更为重要。只有应养成良好的口腔卫生习惯，才能长久保持一口洁白美观的牙齿。

第十三章 牙本质敏感症

牙本质敏感症（dentine hypersensitivity）又称牙齿感觉过敏（tooth hypersensitivity），在牙本质暴露部分或者机体抵抗力下降，牙齿遇到通常在生理范围内不致产生反应的外界刺激，如机械（刷牙、摩擦、咀嚼）、温度（冷、热）、化学（酸、甜、辣）或渗透压变化等，牙齿出现异常酸软不适、疼痛的感觉，俗称“倒牙”。患者常因此竭力避免上述刺激，严重者甚至咀嚼困难。牙本质敏感症最典型的特点为发作迅速、疼痛尖锐、时间短暂。治疗方法众多，但疗效不稳定，病情常反复。

第一节　病　　因

凡能使牙本质暴露的各种疾病，如磨耗、楔状缺损、牙折、龋病以及牙周萎缩致牙颈部暴露等均可发生牙本质过敏症。不是所有牙本质暴露的牙都出现症状，通常与牙本质暴露的时间、修复性牙本质形成的快慢有关。临床上多数情况是由牙本质暴露所引起，但个别釉质完整的牙也能产生敏感，如敏感症状可随健康和气候的变化而经历着从无到有和从有到无的过程。

一、全身因素

无牙体组织缺损的情况下，机体或环境因素而导致牙齿感觉过敏症状，也称为牙釉质和牙本质感觉性的增高，是一种仅限于牙齿对外界刺激有感觉上的过敏现象。全身因素包括妇女经期、孕期、分娩与绝经期的生理性变化，全身健康状况下降，如感冒、过敏疲劳或久病不愈，神经衰弱、精神紧张；胃肠疾患，如重度溃疡与胃次全切除术后，营养代谢障碍，如钙、磷代谢变化、血磷明显偏低，与维生素C严重缺乏有关；高血压患者当血压突然增加或头颈部放疗。

以上因素或导致牙齿感觉过敏，或使原有症状加重，特别严重者往往是几项因素合并存在，机体处于衰弱状态所致。

二、局部因素

对牙齿敏感症的病因研究，主要集中于局部因素。凡能使牙釉质完整性受到破坏，牙本质暴露的各种牙体疾病和牙龈退缩致牙颈部暴露等均可发生牙本质过敏症。临床上常见牙齿磨损、楔状缺损、牙折致牙体硬组织出现整体断裂牙本质外露而出现牙本质过敏。龋病的早期，病变局限在牙釉质或牙本质浅层，病人会感觉牙齿出现酸软性疼痛等过敏症状。牙隐裂牙冠表面出现非生理性细小裂纹常渗入到牙本质结构，也可引起牙本

质敏感症。酸蚀症最初症状就是牙齿感觉过敏，以后逐渐产生实质缺损。牙龈缘向釉牙骨质界的根方退缩致使牙根暴露，严重的牙龈退缩会发生牙齿敏感症。

三、发病机制

牙本质敏感症的发病机制尚不十分清楚，酸软性疼痛感觉的产生与牙本质小管内牙髓感觉神经有密切相关，研究证明神经存在于牙本质内侧 1/3 紧邻成本质细胞的部位。凡造成牙本质小管暴露，就会引起牙本质敏感症，其发病机制有 3 种假说（图 13-1）。

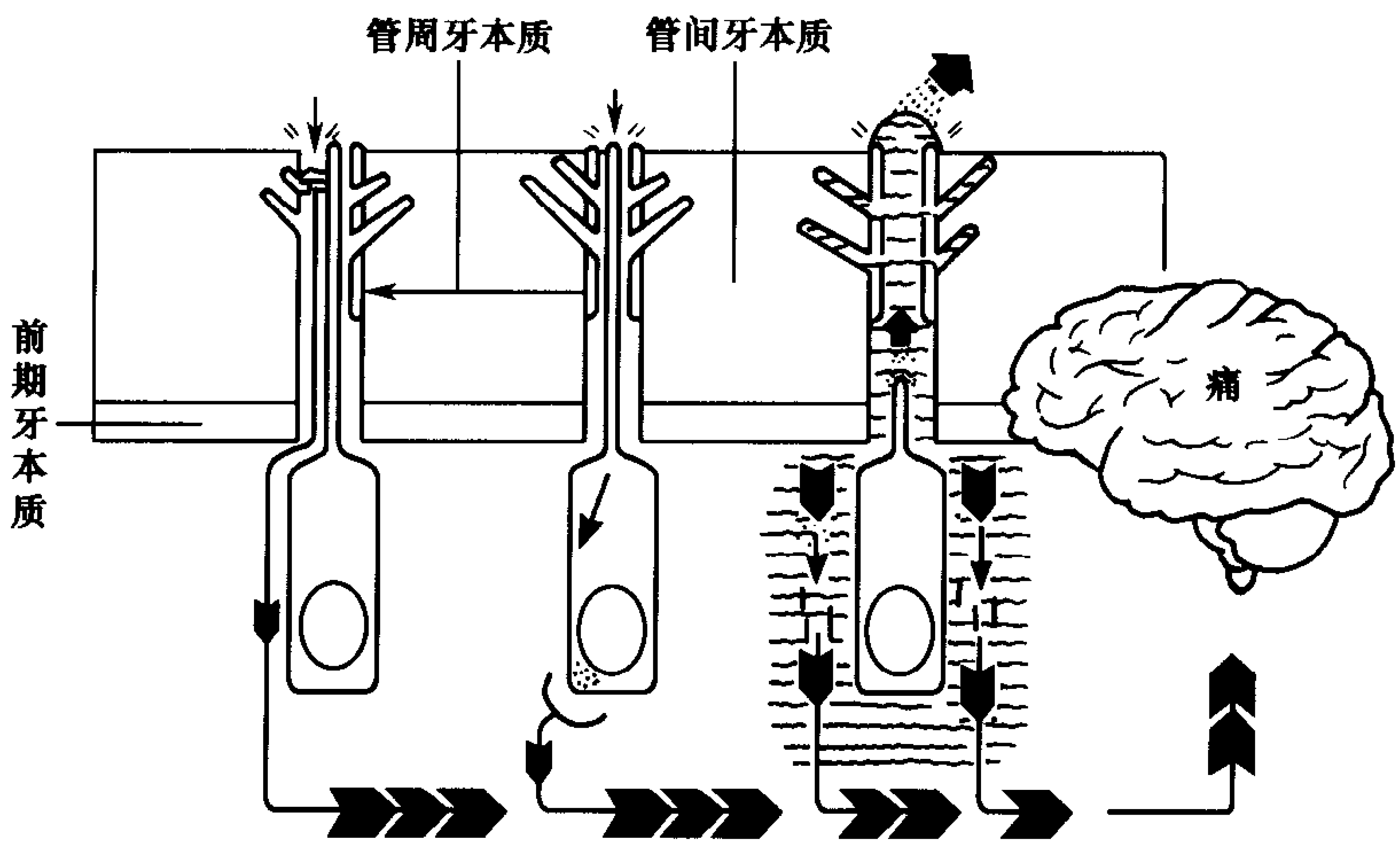


图 13-1　牙本质敏感症发病的 3 种假说

（一）神经学说

牙本质小管中有无鞘感觉神经末梢，可直接接受外界刺激，感觉可由牙本质表层传至牙髓。但从形态学和功能方面的观察，目前尚未取得一致的见解。神经学说（nerve theory）成立，理应在牙本质管全程均会有神经纤维，然而迄今组织研究仅能在牙本质管的内侧 1/3 证明有神经存在。另一方面，生理学实验也不能证实此学说，许多实验结果并不支持神经对各种刺激的反应是直接的观点。用对神经末梢有强烈刺激的药物，如氯化钾、乙酰胆碱、缓激肽等置于新鲜外露的牙本质表面，并不能引起疼痛反应，而且继续向牙本质深层测试时也均无反应，然而一旦与牙髓接触，即有剧痛。局麻药作用于牙本质表面也不能减轻牙本质敏感症。另一方面，一些对神经无刺激性的高渗糖溶液却可很快引起酸痛反应。

（二）成牙本质细胞感受器学说

外界刺激系通过成牙本质细胞突起接受，并传导入牙髓。Frank（1968）曾报告牙本质小管中观察到有神经与成牙本质细胞突起形成的复合体，这些神经纤维与成牙本质细胞突缠绕成螺旋状，很难分离，从而认为二者间存在突触样关系，可行使感受器功能，并在光镜下观察到成牙本质细胞突起达到釉牙本质界。但是，以下几方面的研究不支持该学说：①电子显微镜观察牙髓和牙本质的组织学，结果在牙髓内未发现突触，而发现来自牙髓的游离神经末梢终于前期牙本质和牙本质内层 1/3 的牙本质小管内，成牙

本质细胞突也未见充满牙本质小管。②试验性将组胺和 K^+等致痛物质贴于人的牙本质上，并不诱发疼痛。而贴附于牙髓上便会产生疼痛。同样，将表面麻醉剂涂布于牙本质上，也未能减轻痛感。这表明牙本质内并未发现特殊的能接受刺激的感觉装置。③Lilja（1982）在透射电镜下观察时，临床表现上为感觉过敏的外露牙本质，其成牙本质细胞突和位于牙本质小管内侧 1/3 的神经均有退变。这些说明成牙本质细胞并不具有感觉器的特性，可能在牙本质过敏中仅起被动作用。

（三）流体动力学说

流体动力学说（hydrodynamic theory） 认为牙本质细胞和神经不是直接接受刺激的痛觉感受器，而是有害刺激引起了牙本质小管液的移动，进而间接地兴奋了小管中的游离神经末梢，传入冲动，产生痛觉。此学说由 Brannstrom（1972）提出，以流体动力学观点阐述牙本质液与牙本质痛觉之间的可能关系，说明牙本质液具有 25~30mmHg 的压力梯度，外界温度变化，窝洞制备时对牙本质的切割、吹气以及其他刺激，均可影响牙本质液流动的方向和速度。牙本质的组织学研究表明，牙本质有丰富的牙本质小管，每平方毫米约 3000 个。小管内充满牙本质液，其组成和性质与其他体液相似，并与牙髓组织液相通。牙本质小管的直径很小，在髓腔壁处为 2.5μm，在釉牙本质界为 1.1μm。因此，小管内液体的流速可以变得较快。由于牙本质液的热膨胀系数高于牙本质管壁，温度变化导致的热胀、冷缩可能引起牙本质液的流动，并因此形成痛觉。当牙齿受到温度刺激时，在牙本质髓侧能测得温度变化以前，痛觉即已发生，说明痛觉的产生来自牙本质液的流动，而非温度本身。除热刺激为向内流动外，其他刺激均导致牙本质液向外流动，流速在 2~3mm/s，最快时可达 4mm/s。为数众多的牙本质小管内的液体同时向一个方向流动，不论向釉质方向（向外）或向牙髓方向（向内）流动所产生的压力均足以引起牙髓内压力变化，可将成牙本质细胞吸入牙本质小管，从而影响该牙本质小管内侧和牙本质细胞时近的神经感受器，使之受到牵扯而产生过敏性疼痛。

临床上，患者的敏感程度与牙本质外露并不完全成正比。牙体解剖学表明，有 10%左右的牙颈部釉质和牙骨质互不接触，牙本质天生外露，这类人群中并非都有牙本质敏感症；又如牙周洁治和根面平整后，均可有新牙本质外露，理应产生敏感，而实际上有相当一部分人并不敏感，或敏感产生后很快即行消失。由此可见，牙本质敏感也存在着明显的个体差异，不仅不同患者在病损相似时症状差异显著，而且在同一患者，同一患牙也可随着机体或环境的变化而有不同表现。

牙本质外露以及反应性、修复性牙本质和表面矿化层的形成等，都可以影响牙本质敏感的发生和发展。此外，机体因素也不容忽视。在牙本质感觉的产生和消除两方面都还有一些内容有待进一步研究。

第二节　临床表现和诊断

一、临 床 表 现

牙本质敏感症的主要临床表现是激发痛，即在冷热、酸甜、机械及渗透压变化等刺激时，有酸痛感觉；用尖头探针检查釉牙本质交界处痛最明显，去除刺激后，疼痛消

失，酸痛的强弱还与个体、牙部位、年龄和牙本质暴露的时间、修复性牙本质形成与否有关。

多数患者均有牙本质外露，通常均发生在殆面或牙颈部等易有牙体缺损的部位，如磨损、楔状缺损、牙冠折断等。咀嚼时牙齿酸软乏力，严重者往往咬殆、漱口、饮食均感困难。患者一般均能定位，指出过敏牙齿，敏感区常局限于殆面与对殆牙尖相应部位所成凹陷，与外露的釉牙本质界处。此外，由于机体因素所致的牙齿过敏患者，牙体硬组织完整无缺，无牙本质外露。

临床上也发现有长期的感觉过敏转化为慢性牙髓炎的病例。有人认为，牙齿感觉过敏可能是牙髓炎的前驱症状。因此，对经久不愈，尤其是牙体缺损较重的患者，应密切注意观察有无自发性隐痛等慢性牙髓炎症状，以早期发现，及时治疗。

二、检查诊断

首先要排除可能引起牙齿过敏症状的其他因素，如隐裂、邻面龋、不良修复体等，以免因漏诊而贻误治疗。对这类检查必须仔细、认真，识别敏感的部位与敏感程度，并尽可能查明导致敏感产生的原因。

探诊是临床上检查牙本质过敏症最常用的方法之一。最简单可靠的探诊方法是用尖探针轻轻划过牙的敏感部位，将患者的主观反应分成 4 级，0°：无不适；1°：轻微不适或酸痛；2°：中度痛；3°：重度痛。根据以探针与冷空气刺激及检测结果，发现任一种检测方法的单一使用，均有一定的漏诊病例。寻求一种可定量的检测方法，以便能获得客观、可靠的结果。Smith 等发明了一种探诊装置，可改变探诊压力，直到患者感到疼痛，此时的阈值定为敏感阈值。这种专用的压力敏感探针，简便而易于操作，经临床应用有 94.8%的患牙对之产生敏感反应，平均敏感阈值为 22.79g，当力量达到 80g 仍无反应，该牙被认为不敏感。

探诊测试结合温度测试，达到相辅相成的效果。由于冷空气刺激需待一定时间始能消失，因此在顺序上探诊应先于冷刺激。空气刺激方法目前已被标准化，气温为 18℃~21℃，气压为 60kPa，刺激时间为 1 秒。

患者的主观评价方法来判断牙的敏感程度，包括疼痛的 3 级评判法（verbal rating scale, VRS）和数字化疼痛评判法（visual analogue scale, VAS）。VRS 系将患者日常生活中对冷空气、冷热酸甜食物、刷牙等刺激的敏感进行综合和评价，每次复诊时间采用问卷方式，好转为（-1），无改变为（0），加重为（+1）。3 级评判所提供的描述词语有时不足以反映患者的真实感受。VAS 是用一条 10cm 长的直线，一端标有“无不适或无疼痛”，另一端标有“严重不适或剧烈疼痛”，要求患者在直线上作一标记来代表当时的牙敏感程度。学者们认为 VAS 比 VRS 重复性更好，能连续地评价疼痛的程度，以及判定不同患者对同一敏感刺激的不同感受，因此，更适于测定牙的敏感性。

在诊断过程中需要注意的是，牙本质敏感症可能只对一种刺激敏感，也可能对各种刺激敏感，因此，临床研究过程中要使用多种手段来测定，其中至少有一种测试方法可以定量。

第三节　治　　疗

在牙本质过敏症的发病机制中，流体动力学说被广为接受，对牙体组织缺损导致牙齿过敏的有效治疗是必须封闭牙本质小管，以减少或避免牙本质内的液体流动。

理想的脱敏剂对牙髓无刺激性；无痛；作用快而疗效持久；不使牙变色。在脱敏效果的研究中发现，反复局部擦搓能降低牙本质渗透性。因此，在局部脱敏剂的使用中，应将脱敏剂在牙齿表面反复擦搓提高脱敏效果。

对牙齿感觉过敏的治疗，不可仅考虑局部因素而忽视机体因素的影响。如经期、孕期、绝经期生理变化；神经衰弱、精神紧张；夜磨牙及消化道疾患等。应在局部脱敏治疗的同时，考虑上述因素，对症治疗。对明确有钙、磷代谢紊乱的患者，可以给予甘油磷酸钙，0.25g 每日 3 次，1 个月为一疗程。

一、药 物 脱 敏

在局部药物的治疗中，方法是否适当对治疗效果有重要影响。药物局部脱敏的同时，用木尖等器械在敏感区不断揉擦 2~3 分钟，揉擦过程中尽可能隔湿，并经常更新被唾液冲淡的药物外，应不断询问反应情况，至揉擦时敏感基本消失，或有明显减轻，方可结束治疗。

（一）氟化物

氟化物脱敏的可能机制在于所形成的氟磷灰石可堵塞牙本质小管，同时可增加牙本质硬度和抗酸、抗溶性，从而减少液压传导。有多种形式的氟化物可用来处理牙本质过敏症，最早使用的氟化物是氟化钠（Hoyt 1943, Chimert, 1947），Grenhill 与 Pashley（1981）证明了离体牙 2%氟化钠可以减少 18%牙本质的流动，用氟化钠电离子透入法所减少的液压传导则高达 33%。

1. 0.76%单氟磷酸钠凝胶（pH6.0）可保持有效氟浓度，为当前氟化物中效果较好者。也可用 75%氟化钠甘油反复涂擦敏感区 1~2 分钟。NaF 与 CaF_2 制成双氟 12(bifluoride)合成树脂氟化涂剂，以小刷涂布薄层牙过敏部位，有较好的即时疗效。

2. 2%氟化钠液离子透入法　用直流电疗器，正极握于患者手中，负极以氟化钠润湿，接触过敏区，电流强度为 0.5~1mA，以患者无不适感为限度，通电时间 10 分钟。

3. 电解牙刷导入药物离子，在牙刷柄末端要装一干电池（1.5V），刷柄为阳极（刷端为阴极）。用这种牙刷每天刷 2~3 次，每次 3~5 分钟即可。

氟化亚锡也有良好的脱敏效果，常用氟化亚锡甘油或其甲基纤维素制剂，浓度为 1%。此外，70 年代以来有氟化钠与氟化亚锡牙膏问世，患者可通过刷牙进行自身脱敏。

氟化氨银　以氧化银、氟化氨与氨水配制成 38%氟化氨银。隔湿，用该氟化氨银饱和液小棉球涂擦患处 2 分钟，反复 1 次，共 4 分钟，拭去药液后漱口。该药有阻塞牙本质小管的作用，同时还能与牙中的羟基磷灰石发生反应，促进牙再钙化，提高牙的耐受性，防止牙本质小管的再开放，并使药效持久。

（二）锶制剂

锶是一种可以增强牙齿组织抗酸力的微量元素，可渗入牙本质，并在牙本质小管内形成沉淀物。常用的锶脱敏剂为氯化锶牙膏，氯化锶为中性盐，高度水溶性，毒性很低，放入牙膏内使用，方便安全。10%氯化锶牙膏在国内、国外均有制品，市场有售。使用时应注意，这类患者刷牙的目的是脱敏，在时间、方式上均应按脱敏要求进行。一般每天3~4次，集中在过敏区反复涂刷。在学者们广泛研究的各种药物中，锶对所有钙化组织具有强大的吸附性。锶对牙本质过敏的作用被认为是通过钙化锶磷灰石的形式，阻塞了开放的牙本质小管。

使用氯化锶牙膏，一般可于1~2周见效，1个月后可有50%~70%患者敏感消失，总有效率在90%左右，良好以上者占75%。停用药可有复发，重新使用，药效依然。

（三）硝酸银

是一种蛋白质沉淀剂，还原后可形成蛋白银与还原银，沉积于牙本质小管中堵塞小管。常用的还原剂为丁香油，以棉卷隔离患牙，将蘸有硝酸银的小棉球置于过敏部位涂擦5~10秒，温气吹干，重复2~3次后以小棉球蘸还原剂涂擦，吹干。重复脱敏疗效更佳。因还原后生成黑色，且可灼伤牙龈，故不宜用于前牙及牙颈部。

为避免黑色还原物产生临床上有以下改进：①碘化银法；由Hirschtick提出，清洁牙面后，用小棉球蘸碘酊（2%~3%），涂擦1/2分钟，再用10%硝酸银涂擦1/2分钟，使生成白色碘化银沉淀。沉积于牙本质小管，从而阻断了传导，如此重复两次，吹干，结束治疗。2~3日后复查，如敏感尚未消失，可重作一次。②亚铁氰化银法：由Gottlieb提出，用40%氯化锌液、20%亚铁氰化钾、10%硝酸银依次涂擦于过敏区，形成乳白色的亚铁氰化银，每次5~10秒。

硝酸银法虽然药物易得，有效浓度范围宽（10~30%），易配制，但使用时必须小心保护软组织，有报道硝酸银可通过牙本质小管渗入牙髓，导致轻度牙髓炎症，应严格选择适应证。

（四）氢氧化钙制剂

包括水糊剂和甲基纤维素糊剂。适应于牙颈部过敏者。先用凡士林保护牙龈，然后将氢氧化钙脱敏糊剂敷于敏感区，加力涂擦3~5分钟，用温水冲洗，探查若敏感，可重复一次。

（五）钾盐脱敏

5%硝酸钾液、30%草酸钾液皆可用于牙本质过敏的治疗。

二、粘接剂脱敏

随着粘结修复技术的发展，临床上多用牙釉质或牙本质粘结剂进行牙脱敏治疗，牙粘接剂可进入牙本质小管形成树脂突，部分或全部堵塞小管，从而阻断传导，取得较好的脱敏效果。

三、修复脱敏

殆面敏感区局限于小凹陷经反复脱敏无效者，可考虑用小倒锥钻备洞，用复合树脂或银汞合金充填，可取得良好，持久的脱敏疗效。

四、冠 修 复

对反复进行药物脱敏无效，充填脱敏失败者，可考虑全冠修复。个别磨损严重而近牙髓者，必要时，可考虑行牙髓治疗后再以冠修复。

五、激 光 脱 敏

20世纪80年代中后期临床上开始用激光进行脱敏治疗。目前临床应用以YAG激光为主，绝大多数为小功率脉冲型Nd:YAG，有较好的脱敏效果。激光的脱敏机制：

（一）热效应

激光可在瞬间产生高热效应，使牙本质表面的有机物变性和无机物熔融，在牙齿表面形成一种熔融状态，封闭或阻塞牙本质小管，达到阻断刺激脱敏的治疗效果（图13-2）。牙本质熔融厚度和牙本质小管的封闭程度与激光输出能量的大小密切相关，不同的激光参数，如脉冲频率、总数、单脉冲输出能量，以及输出功率等，可造成不同深度和

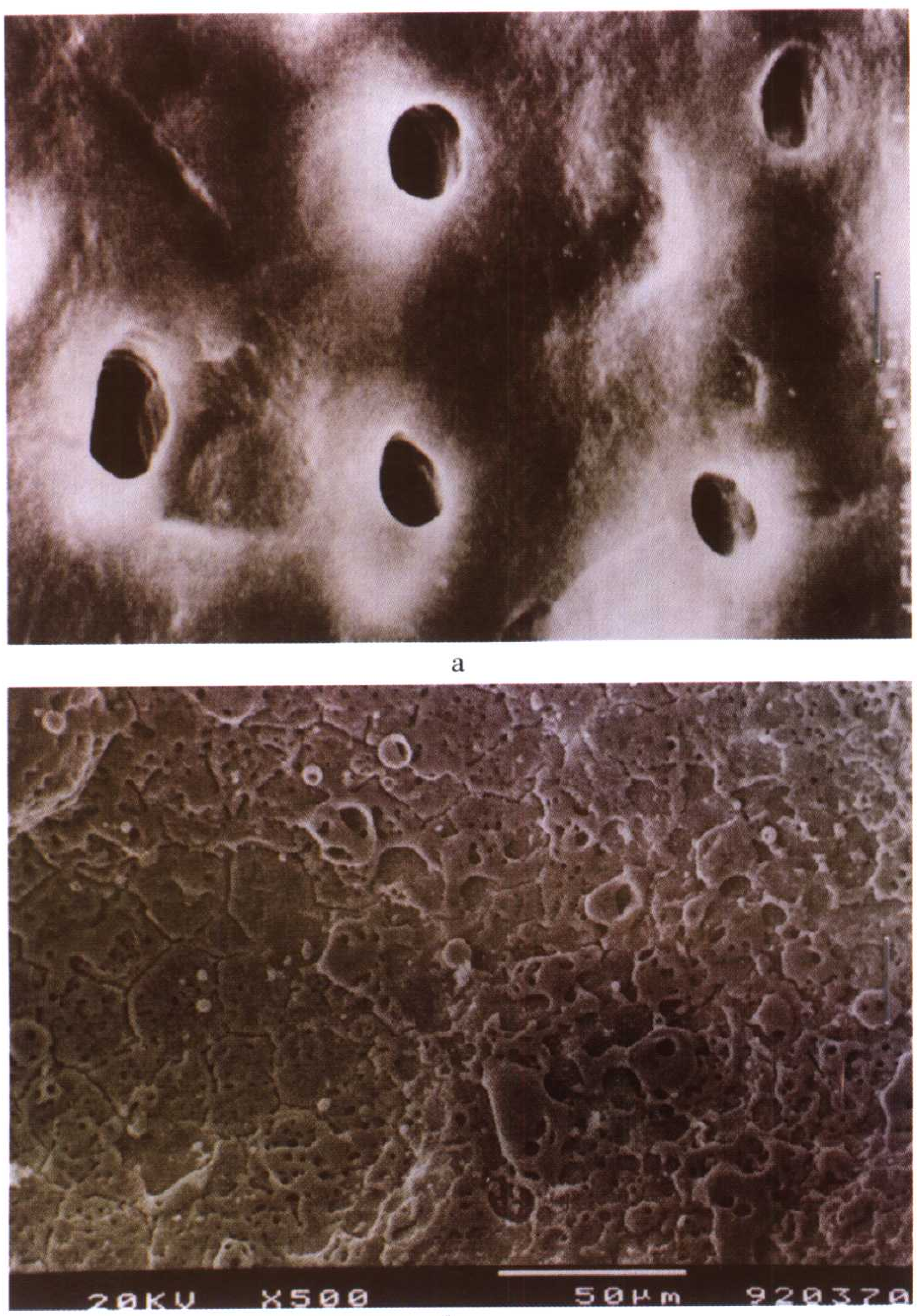


图13-2　激光照射前后的牙本质小管（SEM）

a. 照射前　b. 照射后

牙本质熔融，从而使牙本质产生相应的变化，通透性降低，直至完全封闭。但需注意的是，大能量的激光照射会影响牙髓。应根据患牙磨损程度，尤其是髓室顶牙本质有效厚度选择适当输出能量与脉冲频率，选择适宜的参数条件。为避免牙面照射时反射性的能量消耗与增强激光热效应，照射面应涂墨汁或2%甲紫液。

（二）影响牙本质Ca/P比值，提高牙本质钙化程度

脉冲Nd:YAG激光照射牙本质，能明显增高牙齿表面的Ca/P比值，提高牙齿的抗酸力，达到脱敏效果。

激光联合与氟化物使用，可增进牙本质对氟的吸收，提高疗效。实验证明，激光照射牙本质后再用氟化物脱敏，牙本质表面牙本质小管几乎全封闭外，有密集的颗粒沉积，而牙本质中氟峰值水平增加明显。说明激光可促进牙本质对氟的吸收，处理后的牙本质与氟有更高的亲和力。

牙本质过敏的治疗方法较多，需获得有效的治疗效果必须封闭牙本质小管，以减少或避免牙本质内的液体流动，有时需要几种方法联合使用，反复进行脱敏。

第十四章 氟 牙 症

氟牙症（dental fluorosis），又称氟斑牙（fluorosed teeth）或斑釉症（mottled enamel），是在牙齿发育矿化时期，机体摄入过量的氟所引起的一种特殊的牙釉质发育不全，是地方性慢性氟中毒最早出现的一种特异性体征。

氟牙症是全身性氟中毒的特异性早期表现，是地氟病流行的重要标志和多源性氟中毒病的重要指征。氟牙症不但反映人群总摄氟量的情况，而且也反映个体氟摄入量的特征；氟牙症是反映一个地区人群摄氟量水平及判定地氟病程度的重要指标，既是划分地氟病标准的敏感指标，又是划分氟骨症严重程度的指标之一，氟牙症还是监测地氟病预防措施落实情况的重要指标。

氟牙症是在牙齿形成、矿化过程中，机体持续摄取过多的氟而造成的牙釉质矿化和发育异常。形成于牙齿萌出前，表现于牙齿萌出后，临床特征是牙釉质表面从出现细小的不透明条纹、进而成为牙面的不透明区形成白垩色粉笔状区，严重者出现牙釉质缺损；白垩色侵犯可在部分或整个牙面，在白垩色区域可有黄色、褐色、棕色甚至黑褐色的着色表现，牙釉质缺损则表现为分散或融合成片状的缺损，甚至牙齿变形（图 14–1）。

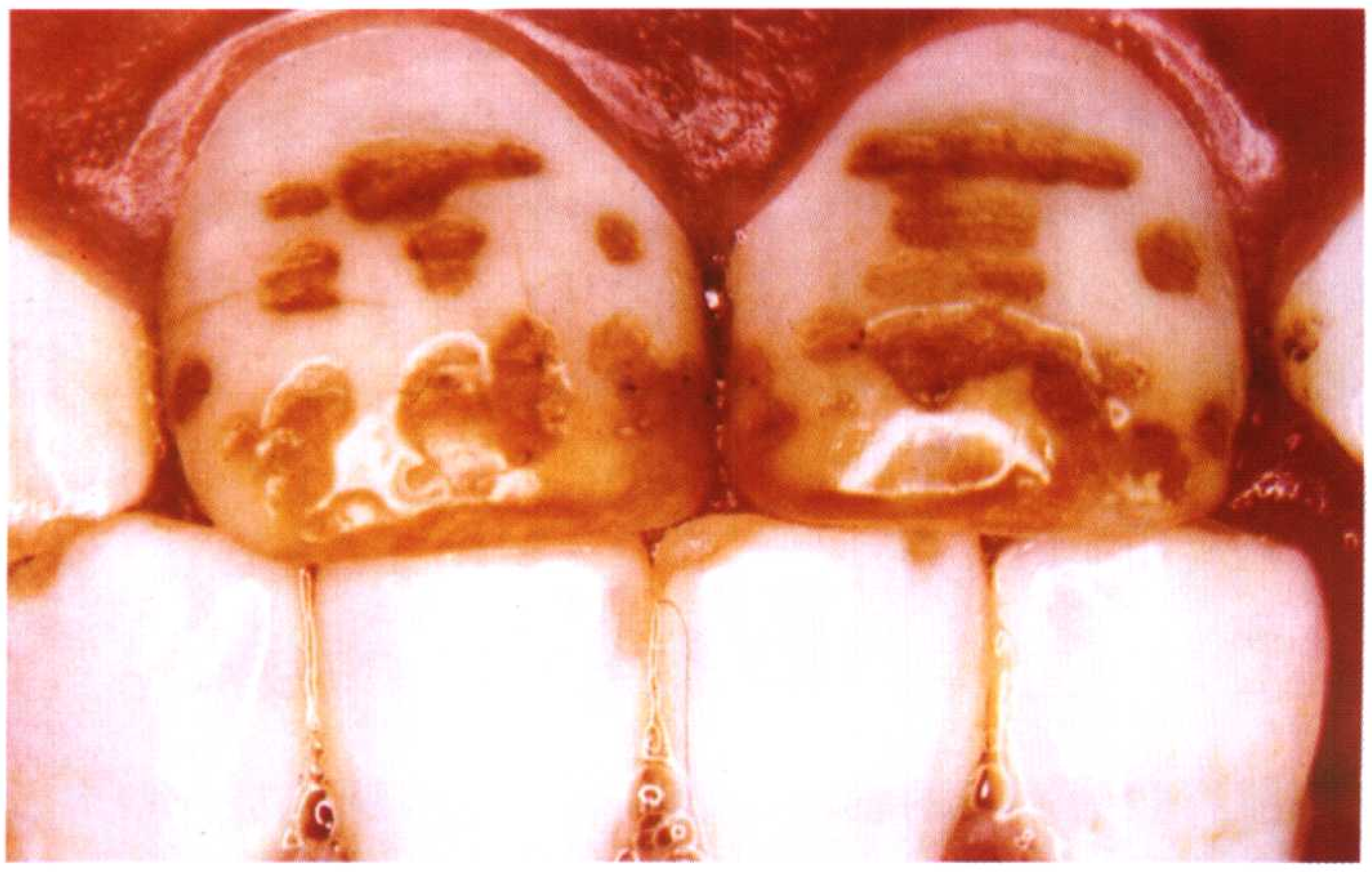


图 14–1 氟牙症

第一节 氟牙症的流行病学

一、研究历史

氟牙症与生活环境有着密切关系，在我国，公元前 232–262 年，晋代稽康著的《养

生论》中记载“龋居晋而黄”，当时虽然还不知道是因为过量氟而引起的，但在实践中观察到了特定居住地区的人牙齿是黄色的事实，并以简略的五字加以描述，使人一目了然。1963 年研究证明山西太原等地区有氟牙症流行，是地方性氟中毒为害的地区。

Kuhns（1888）以变色牙为名最早报告氟牙症。Eager（1901）报告从意大利那不勒斯移民到美国的人中，牙齿有黑褐色的颜色变化，以及有釉质缺损表现，认为此现象发生于一定地区。Mckay 在科罗拉州行医中发现许多病人有褐色的牙而称为“Colorado brown stain”。在与 Black 的共同研究中，1961 年 Black 和 Mckay 两人在论及牙齿的这种损害时，首先采用“斑釉（mottled enamel)”一词，已意识到斑釉牙的发生与饮水中含有的某种物质有关。于是进行了无机化合物的毒性研究，发现随着食物得到大量氟的动物，牙齿所发生的变化，非常近似于斑釉牙。Smith 等（1931）证明了氟牙症是机体摄入过量的氟所造成的。同年，Churchill 首先肯定饮水中过高的氟是引起氟牙症的主要原因。不少学者探索氟牙症原因而进行流行病学调查时，发现氟牙症患者的龋病较少。此后，研究饮水氟和龋病的关系者越来越多。从发现一种牙病（氟牙症）的病因到发现另一种牙病（龋病）的预防。

二、氟牙症与龋病的关系

大量的实地调查研究发现有氟牙症流行的地区，人群龋病患病较少。很多国家的医学家的研究如何利用饮水中的氟来预防龋病。美国公共卫生研究院的 H.T.Dean1933-1942 对美国 22 个城市的饮水含氟量及 2~14 岁男女儿童口腔健康情况进行了全面系统的检查，发现饮水含氟量低于 0.8mg/L 时，无氟牙症；饮水含氟量为 1~1.2mg/L 时，轻度氟牙症，发生率在 10%以下；饮水氟超过 1.4~1.6mg/L 时，较多的牙齿表面出现淡黄色或褐色斑点；超过 2.5mg/L 时，则大多数人的牙釉质出现黑褐色斑点，甚至牙釉质缺损。饮水氟浓度与氟牙症的发病率呈正相关，而与龋病的发病率呈负相关。Dean 等认为：以 1mg/L 的饮水氟防龋时效果最佳，所引起轻型以下的氟牙症率小于 10%；而这类氟牙症既不影响美观，又不妨碍健康。Dean 的研究结论，促使美国在高龋病率的城市开展了自来水加氟防龋，而成功地减少了龋病发病率，这是 Dean 对人类健康的贡献。氟的防龋作用，并不是通过形成氟牙症才获得的，而是当牙釉质内含有足够量的氟而又未出现氟牙症时已具有明显的抗龋力。

三、我国氟牙症的流行情况及特征

我国是地氟病流行较为严重的国家。地氟病流行的特点是分布广、发病率高、病情严重、危害大。2001 年全国地方病防治情况总结表明（表 14-1）：我国共有 1297 个县市被发现有地方性氟病流行，4026.24 万人有氟牙症表现。

作为氟中毒病最早出现的表征，氟牙症流行病学特点是呈多发、群体性发生；有生活环境的共同性；能确认在饮用水中含有过量的氟；存在耐龋蚀性。

氟牙症的流行具有显著的地区性，其发病率与当地水、土壤、空气及食物中的含氟量过多密切相关。一般情况认为饮水氟含量以 0.8~1.0mg/L 为适宜浓度，超过此浓度就可能引起氟牙症的流行；如我国西北、华北、东北等一些地区，水氟浓度超过 3mg/L。我国的一些高氟煤矿区，如云、贵、川、重庆三峡等高寒地区，饮水氟浓度很低，但由

表 14-1　2001 年全国地方性氟中毒病防治情况

	病区县数	病区县人口总数（万人）	氟斑牙人数（万人）	氟骨症病例数（万人）	控制县数	防治受益人口总数累计（万人）
地方性氟中毒（饮水型）	1096	53758.46	2212.36	134.14	204	6098.41
地主性氟中毒（煤烟污染型）	201	10231.11	1813.88	159.48	24	700.18

于燃高含氟煤取暖、烘烤粮食而造成气源性氟污染，土壤、空气、食物中的氟含量很高，居民从粮食、空气中摄入了过多的氟，也会产生氟牙症。氟牙症的流行及其严重程度也与气候有密切关系。如居住在热带地区的人，饮水多摄入的氟也多，氟牙症的患病率及患病程度也高。

饮食也是机体氟化物的主要来源之一，其氟含量差异较大，有的食品如茶叶、海产品等含氟量高，而经过加工的食品含氟量往往高于原食品的数倍；不同的煮食、饮食习惯，食物的氟含量也不相同，如加水多、煮食物时间长的食品，含氟量高；若加入茶叶、海产品煮成的汤、煲等含氟量高；有的食物添加剂如泡打粉、点豆腐用的卤水等都能提高食物的含氟量。长期食用这些高含氟量食物的地区，氟牙症流行的严重程度就较其他地区高。因此，只要某地区人群摄氟量过高，该地区氟牙症就有可能流行。

氟对牙齿的损害，主要是在牙齿的矿化时期，若牙齿已矿化完成，如恒切牙在 4 岁半，恒第二磨牙及其他牙齿在 7 岁后，则可避免氟的损害。氟牙症的发生一般在 7~8 岁前已基本形成，而其表现是在牙齿萌出后才被发现。全部牙齿的发育和矿化在不同的年龄中发生，氟牙症和个体摄取的氟量有直接关系；当婴儿出生后 1~3 岁时，氟的摄入量最多，釉质对氟也最为敏感，氟牙症侵犯切缘和牙尖部位。釉质越厚受氟损害越严重，因中切牙切缘没有牙本质，全层均为釉质，因而中切牙受损最严重。由于各个牙齿发育的时间不尽相同，随着不同时期摄氟量的不同，牙齿受氟损害的程度也不尽相同。

乳牙因釉质薄、矿化时间短，乳牙本身呈乳白色，并有“胎盘屏障”、“乳腺屏障”的作用，因而乳牙受氟影响较小，乳牙氟牙症表现较轻，临床上以乳第 2 磨牙为多见，常与恒第一磨牙同时发现，其次是乳第一磨牙。在牙面位置上，乳牙的病变多在牙颈部，其白垩色较恒牙淡，故乳切牙诊断较为困难，常被忽略。

第二节　氟牙症的病因及分类

氟牙症的根本病因就是在牙齿发育矿化时期，人体摄入了过量氟所致的慢性氟中毒。慢性氟中毒分为地方性氟中毒和工业性氟中毒，根据人体对氟化物摄入来源的不同，将氟牙症分为以下几种类型：

一、饮　水　型

饮水是人体氟的主要来源，水中的氟很容易被人体吸收。人体氟的摄入量受到饮水氟浓度和饮水量的调控。饮水摄入量与个体的年龄、生活习惯及当地的气温等因素有关，12 岁以前的饮水量约占液体总摄入量的 50%，成人饮水量每日约 2500~3000ml。而

热带地区人群饮水量更多于严寒地区。

Churchill(1931)首先肯定了饮水中含氟量过高是氟牙症的病因。动物实验也证明饮水含氟量过高可引起氟牙症。含氟量若超过 1mg/L 即能引起氟牙症的流行。由于氟的多源性来源,即使在许多饮水氟浓度在 1mg/L 及其以下的国家和地区都出现了氟牙症的流行。

二、食　物　型

人体每天摄入的氟约有 35%来自于食物，食物是人体摄氟的第二主要来源，所有食品，包括植物或动物食品中都含有一定量的氟。植物食品如五谷种子类、蔬菜、水果、调味剂等，常因地区的不同其含氟量有较大差异。以茶叶为例，印度茶的含氟量比中国高，我国北方茶叶较南方茶叶的氟含量低。大米的氟含量也是南方大于北方。而动物性食品以骨、软骨、肌腱的含氟量较高，干品中约含氟 45~880mg/L；其次是皮肤，约含氟 10~100mg/L。代谢与分泌功能旺盛的腺体，氟含量最少，约为 1mg/L。海鱼的含氟量高于淡水鱼，如大麻哈鱼为 5~10mg/kg，罐头沙丁鱼则可高达 20mg/kg 以上。

食物型氟中毒已成为氟中毒的一种重要类型。统计表明,亚洲食物氟化物含量水平普遍比欧洲高。在动物性食物中,鱼的含氟量最高(5.8~249mg/kg),在习惯吃鱼的日本,氟的主要来源之一就是鱼。1956 年开始对牛奶进行氟化,追踪调查表明在饮用氟化牛奶 5 年后,牙齿活检发现含氟量明显高于对照组,世界许多国家陆续对牛奶进行氟化防龋,有学者就担心地指出,长期饮用氟化牛奶最终会导致氟中毒,对此尚无定论仍在继续观察中。食盐也能造成氟牙症流行;如我国重庆彭水县郁山镇某盐矿的岩盐含氟量达 203.9mg/kg,当地人群氟牙症患病率为 66.4%。当然,同一地区的不同种类的食品,不同地区的同类食品的氟含量都存在着一定的差异,故从食品中摄取的氟量是不一致的。

三、空气污染型

虽然空气中的氟不是人体氟的主要来源，但在某些特殊环境条件下空气中的氟仍然会给人体带来危害,我国一些高氟煤矿区(云、贵、川、重庆三峡等地区),因地处高寒地区,雨季较多,当地居民长年直接燃烧高含氟煤取暖、烘烤粮食等,而造成气源性氟污染,土壤、空气的氟含量很高,居民从粮食、空气中摄入了过多的氟,也会产生氟牙症。

四、工业污染型

含氟废物高的工厂（如铝厂、磷肥厂）附近的空气、农作物受污染，食品含氟量增高。也可引起地方性氟病的流行。

五、饮　茶　型

饮茶可增加人体氟的来源，茶叶干品中含的氟可被浸泡出来，在淡茶水中也含有约 1mg/L 以上的氟。一个嗜好饮茶的人，每日从茶叶中约摄入 1~3mg 的氟。

国内近年来报道饮茶型氟中毒病，主要流行地在我国的青海、西藏、新疆、甘肃、四川的部分地区。这些地区的少数民族有饮用砖茶的习惯，因这些地区海拔高，气候寒冷，砖茶性温，可御寒。而砖茶的含氟量是一般商品茶叶的几十倍甚至几百倍，其含氟量的多少取决于茶叶原料的粗老和细嫩，越粗老的砖茶氟含量越高。有研究表明，若按

每日饮茶2000ml计，每人每日从茶叶中的平均摄氟量为2.81~11.22mg，长期饮用砖茶的藏族、蒙古族、哈萨克族、裕固族儿童氟牙症的患病率分别为51.2%、51.7%、84.42%、75.75%。

六、含氟制剂使用过程中所引起的慢性氟中毒

儿童使用含氟牙膏，是最易增加氟牙症的危险因素之一，儿童喜欢氟化牙膏的香味，可能当作甜食食用。儿童吞咽功能尚未发育完全和不熟悉漱口，部分含氟牙膏被咽下所致。研究表明，3岁儿童可吸入1/3的氟牙物牙膏（0.32mgF^-）；1~2岁的婴儿使用氟化牙膏摄入的氟就会更高。通常6岁以下的儿童使用含氟牙膏，有20%左右（甚至34%）的含氟牙膏被咽下。1997年报道，挪威没有氟化饮水，饮水含氟量低于0.25mg/L，而95%的居民长期使用氟化物牙膏，当地就有氟牙症的流行。研究人员指出：14个月前的婴儿使用氟化牙膏和服补充氟的药物是儿童患病的主要原因。

氟化物补充剂有氟片、氟滴剂、维生素丸、氟口香糖等同样有造成氟牙症的危险。

第三节　氟牙症严重程度的影响因素

氟化物的毒效反应累及人体牙与骨矿化组织。个体之间易感性差异的原因，可以通过个体间的生物学变异量进行分析。但如各条件都相同，则个体摄取氟化物量的增加与氟牙症的严重程度有直接关系。

一、机体对氟化物代谢的影响

人体摄入氟化物的过程包括食入、吸收、分布、贮留、排除。每一步骤都会影响最后的结果。氟化物一旦被食入，主要在胃内吸收。同氟化物一起食入的其他食物的量和组成与氟化物吸收的量和速度密切相关，而决定氟化物在生物体内可利用的程度。若胃已饱和，则氟化物附着在食物中而被排出；氟化物吸入空腹内则被全部吸收。氟一旦被吸收，即分布于全身。其中部分保留在身体的矿化组织中，主要是骨和正在形成和矿化的牙釉质中。若牙齿已矿化完成，如恒切牙在4岁半之后，恒第二磨牙及其他牙齿在7岁后，则可避免氟的损害。

二、水中氟化物的影响

人类摄氟大部分是饮水中的氟化物，而不论是天然存在的还是人工加入的。虽然供水中氟化物的增加与氟牙症程度之间有直接关系，但实践证明天然氟浓度有明显变化时，饮水中含氟量也有波动而不恒定，但氟牙症的程度比较恒定。人工氟化饮水的氟浓度波动很大，不易稳定，要经常保持其恒定的浓度也是很难做到的。供水中氟的波动足以影响氟牙症的严重程度。世界各国和地区供水厂都对自来水加氟中的氟浓度变化进行了研究，一致认为氟浓度即使在短期内都会有变化，故长期监测是必要的。

三、气候的影响

一般认为，水氟浓度和氟牙症呈正相关关系。而大量的研究还指出氟牙症流行及其

严重程度与气候也有密切关系。如居住在热带地区的人，饮水多摄入的氟也多，氟牙症的患病率及患病程度也高。因此各国在饮水加氟防龋过程中对气候条件的影响应值得重视。我国新疆的资料就充分说明了这一点，北疆水氟 0.65mg/L 时，氟牙症患病率为 13%；而南疆水氟为 0.59mg/L 时，氟牙症患病率却高达 39.3%，因年平均气温北疆为 0℃~10℃，南疆为 25℃~30℃。

四、食物的影响

食物是机体氟化物的主要来源之一，种类繁多，其氟含量差异较大，有的食品如茶叶、海产品等含氟量高，而经过加工的食品含氟量往往高于原食品的数倍；在水氟浓度高的地区生产的食品、饮料比低氟区的产品含氟量高；而不同的煮食、饮食习惯，食物的氟含量也不相同，如加水多、煮食物时间长的食品，含氟量高，若加入茶叶、海产品煮成的汤、煲等含氟量高；有的食物添加剂如泡打粉、点豆腐用的卤水等都能提高食物的含氟量。长期食用这些高含氟量的食物，可能加重氟牙症流行的严重程度。

五、营养的影响

生活在高氟区的人并非人人都患有氟牙症，这显然是与个体对氟的感受性、食物种类和营养有关。营养缺乏是影响氟中毒程度的因素，营养不良，减缓生长，并可能影响代谢紊乱，使人体对氟化物的毒性更加敏感，其中最敏感的组织是牙釉质。有人将地氟病称为“穷病”，不无生动地说明了它的发病因素为机体缺乏营养。中国医学科学院环境卫生研究所和美国印第安那大学牙学院在 1977 年共同完成不同氟水平地区人群膳食营养调查，结果说明营养缺乏特别是蛋白质、热量和钙不足，加重了氟牙症的流行程度。在非洲发现第三世界国家中的人群居住在低氟地区却有高氟牙症患病率。这虽然可归结于营养不良的假设，但还没有直接证据证实是氟化物的因素。研究发现在我国广州饮水加氟在 1965 年，而发生氟牙症最严重的是在 1962~1963 年自然灾害严重、营养缺少时出生的儿童。

六、年龄、体重、牙齿发育的影响

氟化症的发生在 7 岁前已定型。前牙矿化完成在 4 岁半，后牙在 7 岁。从 6 岁开始先后萌出，到 12、13 岁已全部萌齐（第三恒磨牙除外）。氟牙症在牙齿萌出后才被发现。全部牙齿的发育和矿化在不同的年龄中发生，氟牙症和个体摄取的氟量有直接关系。当婴儿出生后 1~3 岁时，氟的摄入量最多。釉质对氟在此时最为敏感，氟牙症侵犯切缘和牙尖部位。中切牙受损最严重，因中切牙切缘没有牙本质，全层均为釉质，釉质越厚受损害也越严重。摄氟量若按体重计，则婴儿期最高，即婴儿期比幼儿期摄氟多。研究人员指出氟对釉质损害在出生后 18~30 个月间最为敏感。

第四节　氟牙症的临床表现及特点

氟牙症是在牙齿发育矿化时期，机体持续摄取过量氟而造成的，主要发生在 7 岁以前的儿童，其形成于牙齿萌出前的矿化期，表现于牙萌出后，因而氟牙症大多出现在

6~13 岁先后萌出的恒牙上。氟牙症在不同的人甚至同一人的牙列上都可能是轻重不一而又同时出现的表征。因此，氟牙症的临床表现繁多，症状不一。

一、恒牙氟牙症

氟牙症从白色条纹到条纹致密成块状，严重时融合一起呈白垩色。在临床上表现为白色的不透明条纹，常沿牙釉质横纹分布。白色条纹或斑点可成为区，不规则如云雾状分散在牙面上或切缘处而呈白色帽状，色淡薄者表明病变程度轻。随病变发展，白色不透明条纹或斑点显著，牙釉质横纹更加明显。后牙的白色条纹或白垩色常沿着牙尖伸展至牙面或牙颈处，随病变的加重，白色不透明条纹或白色斑点较深地侵犯釉质，并且排列致密呈白垩色。以上病变可侵犯部分或全部牙面。牙釉质对氟特别敏感，牙釉质损害最严重的是切牙切缘和后牙的牙尖。该处牙釉质唇腭面间没有牙本质，牙釉质厚度分别为 2mm 和 2.5mm，其中又以恒中切牙受害最为严重。恒中切牙的牙釉质厚，萌出时间较早，在牙列中最易受氟的损害。牙齿矿化始至切缘，最后为牙颈部，矿化时期为 4~4.5 岁。上侧切牙切缘矿化始自 10~12 个月，故侧切牙受损程度较轻。

牙釉质表面着色，或浅或深的黄、褐、棕及黑褐色，常在白垩色的牙面上出现，在牙面上的部位不一，面积不一，视机体摄氟的程度和矿化中的时间而定。过去认为着色为内源性，新的研究表明着色是外源性，牙釉质矿化不全形成较多的微孔区，可沉着外来的色素。初期萌出的牙，都是白垩色的，数月或一两年后才出现着色表现。研究指出，缺损主要发生在程度严重的氟牙症中，病变的范围大小不等，有点状，凹坑状、片状，分布于牙面各处，常侵犯切缘和牙尖处，在白垩色的基础上出现各种形状的缺损，高氟区出现的白垩色常呈烟白色。缺损可融合呈片状，侵犯牙面各处并伴有深棕色、深褐色，牙釉质变脆，牙齿外观变形、磨损和易断裂。

二、乳牙氟牙症

长期以来，乳牙氟牙症常被忽略，原因是乳牙釉质薄、矿化时间短，乳牙本身呈乳白色，并有胎盘屏障或乳腺屏障的作用，乳牙受氟影响较小，乳牙氟牙症表现轻微，临床诊断相对困难。乳牙氟牙症的发病率为 5.3%~15.3%，2 岁组儿童即可出现氟牙症。饮水氟浓度为 1mg/L 时，乳牙氟牙症患病率为 5%~9%，10mg/L 时为 100%。

乳牙氟牙症直接与饮水氟浓度以及总摄氟量有关。临床表现较恒牙轻，也出现着色和缺损，由于乳切牙釉质在出生时已形成而乳磨牙尚未完成，因而临床上以乳第 2 磨牙为多见，常与恒第一磨牙同时发现，其次是乳第一磨牙。在牙面位置上，乳牙的病变多在牙颈部，其白垩色较恒牙淡，故乳切牙诊断较为困难，常被忽略。

三、氟牙症的临床表现

（一）发生部位

氟牙症多发生在恒牙，对称性发生；乳牙较轻且很少见。受氟损害严重程度的牙位依次为第二恒磨牙、上颌切牙、尖牙、前磨牙、第一恒磨牙和下颌切牙。

（二）患牙牙数

患氟牙症牙数的多少取决于牙发育矿化时期在高氟区生活时间的长短，出生至出生

后长期居住在高氟区，可使全口牙受侵害；如 2 岁前生活在高氟区，以后迁移至非高氟区，在恒牙氟牙症可能表现在前牙和第一恒磨牙；如果生活在低氟区的儿童，6~7 岁以后再迁入高氟区，一般不会出现氟牙症。

（三）牙面表现

牙釉质可出现白色斑纹，甚至整个牙为白垩样牙釉质；有些牙出现黄褐色色染；严重者出现牙实质性缺损，以至牙失去整体外形。牙釉质和牙本质变脆，耐磨性差，但对酸蚀的抵抗力有所增强。

第五节 氟牙症的诊断与鉴别诊断

氟牙症的诊断主要靠临床特点，如牙齿表面失去光泽呈白色条纹或斑块或白垩色，常为对称性和多对牙或全口牙齿受累，询问病史时常在恒牙萌出时发现。当地居民有部分人的牙齿受累，调查饮用水含氟量可帮助确诊。在饮水不高的地区，注意有无环境污染，食物氟是否高和有无特殊的生活习惯等。必要时作其他检查，如总摄氟量、尿氟、食物氟、空气氟等。值得注意的是如何将氟牙症与非氟牙症的牙釉质缺陷加以鉴别。

一、牙釉质发育不全

牙釉质发育不全是在牙齿发育期间，由于严重的全身性疾病、营养障碍或感染等原因，使牙釉质发育受到影响而遗留下不可逆的缺陷，患牙在牙齿的不同时期，对称性地受到不同程度和不同时期的障碍而造成牙釉质发育不全。

牙釉质发育不全的牙面有实质性的缺损，即在牙釉质表面出现带状或窝状棕色的缺陷，牙面常为棕褐色蜂窝状缺损，甚至无牙釉质覆盖。带状凹陷是由于在同一时期发生的牙釉质全面地受到障碍而形成的。带的宽窄可反映出受障碍的时间长短。如果障碍反复发生，牙面会出现数条并排的带状缺陷。窝状凹陷的形成是因部分成釉细胞受损所致。在同一牙上除了病损区外，其他部位的牙釉质是正常的。在同一牙列上，除了患牙以外，其余的牙是正常的。重症牙釉质发育不全患者的前牙切缘常常变薄，呈刀削状；后牙的牙尖常向咬颌面中央聚合或牙尖消失，表面粗糙，牙釉质呈不规则的结节状凹陷，如桑椹状。牙釉质发育的牙容易磨损，也易发生龋病，并且进展较快，从而造成患牙的过早丧失。而前牙釉质发育不全影响美观。

根据病损的牙位与部位，可以推断出釉质发生障碍的时期，如 631|136 近切缘与牙尖部的缺陷，障碍多发生在出生后的第一年内。由于 2|2 的牙釉质在出生后 10~12 个月才开始沉积，所以除上述牙位外，同时出现 2|2 的切缘被累及时，则可推断障碍的发生已延续到出生后第二年。如果前牙未受累，患牙主要表现在 7543|3457，则障碍的发生是在 2~3 岁以后。

氟牙症的牙釉质缺损表现为坑凹状缺损，大小、深浅不一，呈鸟啄状或蜂窝状。在同一个牙上，除病损比较明显的区域以外，其余的釉面也有不同程度的氟牙症表现，而缺损的分布与牙釉质形成无明显的年代关系。

牙釉质发育不全白垩色斑的周界比较明确，且其纹线与牙釉质的生长发育线相平等

吻合。氟牙症的斑块是散在的云雾状，周界不明确，与生长发育线不相吻合。

牙釉质发育不全可发生在单个牙或一组牙；而氟牙症发生在多数牙，以上前牙多见。氟牙症患者有在高氟区的生活史。

二、四环素牙

四环素牙是在牙齿钙化期间服用四环素族药物引起的。这类药物容易与牙齿硬组织形成一种稳固的四环素钙复合物，沉积在牙本质中，主要特征是牙齿着色。着色可以是浅黄或黄色、浅灰或灰色、浅褐或褐色。变色从牙齿表面见是发暗、比较均匀一致，因为颜色是从牙本质里面透出来的。在荧光显微镜下观察或拍片，可以在牙本质和釉牙本质交界处见到有四环素特征的黄色荧光带。

四环素类药物对正在形成中的牙齿，不但会引起变色，而且随着药物剂量的增大或使用时间的延长，还可以影响牙齿硬组织的钙化和发育。所以，在重症患者的病例中，同一时期形成的牙齿，可表现为带状牙釉质缺损；这种损害多见于中切牙、侧切牙和第一恒磨牙牙冠的同一水平上。四环素牙的这种带状缺损不同于氟牙症的坑凹状缺损，而多呈散在、不规则分布。四环素牙中毒比较轻的患牙仅有颜色的改变，而釉质仍是半透明、有光泽的，牙冠外形正常。四环素类药物对乳牙和恒牙均能产生影响，慢性氟中毒则以损害恒牙为主，乳牙的损害较轻。

四环素牙釉质表面有光泽，由于是牙本质着色，整个牙变暗，呈黄褐色，带状缺损多呈散在、不规则分布、有四环素接触史。

三、非氟斑

非氟斑也叫原发性釉斑，主要同轻型氟牙症相鉴别。原因是感染、营养代谢等全身障碍对恒牙胚的影响，或者乳牙外伤或根尖周围感染对恒牙胚的局部影响，使牙釉质矿化不良，多见于1个或少数几个牙齿，常在前牙的唇面或后牙的牙尖，以上中切牙为最多见，很少对称。表现为孤立的，常常是均匀的白色、米黄色或橘黄色斑块，特别不透明，呈圆形或卵圆形，边界清楚，在强光下垂直视线观察时更为明显。轻型氟牙症在牙列上常左右对称，发生在多个牙上，常沿着釉质生长线分布。

四、牙面着色

与氟牙症的变色牙相鉴别，它是牙冠萌出后沉积上去的污物或色素，包括软白污物、牙菌斑、牙结石和色渍等。表现为白、黄、褐、绿等多种颜色，仔细观察可以见是粘附在牙面上的，能被擦去或刮去，其下方的釉质是正常的。氟牙症的变色则是牙釉质本身着色。

五、脱矿性斑

主要与极轻型氟牙症相鉴别，它是在牙菌斑产生的酸作用下其下层牙釉质表面使之轻度脱矿所引起的，在清除牙菌斑以后可以见到。它发生在牙菌斑容易堆积的部位，如靠近牙颈部处，与牙菌斑的形状相一致。白色的深浅度与牙菌斑的厚薄相一致。当清除牙菌斑以后，它能再矿化而消失。表现常常是不对称的。

第六节 氟牙症的治疗

氟牙症作为一种萌出后才表现的疾病，如果没有大面积的缺损，对牙齿的功能影响不大，主要影响美观，特别是对着色严重或有中重度釉质缺损者，影响更为明显，20世纪90年代，世界各国的口腔医务工作者对氟牙症的预防、治疗进行了大量研究，已把氟牙症列为公共卫生课题，以解决公众最关心的牙齿美观问题。

一、治疗原则

对无实质性缺损的氟牙症，前牙可采用脱色法（磨除加酸蚀法）；后牙可不予处理；有实质性缺损的氟牙症，前牙适合用可见光复合树脂修复，重者可用贴牙面、罩冠修复；后牙氟牙症影响咀嚼功能者，可采取充填法或金属全冠修复。

表14-2 按Dean氏分类对不同程度氟牙症的治疗

氟牙症程度 Dean分类	临床表现	治疗方法	
		前牙	后牙
可疑（0.5）	与正常牙釉质相比透明度有轻度改变，不影响美观	不处理	不处理
极轻（1）	小的不透明的似纸样的白色区，不规则分布在牙面，不超过牙齿颊面的1/4	不处理	不处理
轻度（2）	白垩色区较广泛，但不超过牙面的1/2	脱色，微量磨除	不处理
中度（3）	白垩色区超过牙面的1/2；牙釉质表面呈显著磨耗和染成棕色	脱色或光复合树脂修复	不处理或冠修复
重度（4）	牙釉质表面严重受影响，呈明显釉质发育不全和失去正常外形，坑凹状缺损明显，广泛呈棕黑色，牙表现为受腐蚀的外观	贴牙面或全冠修复	充填法或冠修复

二、治疗方法

（一）漂白法

我国民间流传用酸漂白牙齿的方法，高氟地区流传用小石块磨去变色牙面的方法。国外最早的漂白技术是1877年Chapel将草酸，以及不浓度的盐酸用于牙齿漂白；1884年Harlan首先将过氧化氢用于牙齿漂白。而过氧化氢被确立为最有效的漂白剂之后，促进漂白剂有效吸收的方法是用电流和紫外线加速漂白过程。1918年Abbot采用升高温度来加速漂白液的化学反应；1980年报道采用较弱的漂白液但延长漂白剂在牙面的存留时间来强化漂白的方法，即将漂白剂放入套冠样的牙模中，患者夜晚配戴，视病情轻重，持续3~6周，以达到较为满意的漂白效果，常用的漂白剂为10%的过氧化氢。1989年Haywood等首次报道了对活髓牙的夜间漂白技术，也称套冠样模型漂白或家庭漂白。这是对诊室内漂白技术的发展，病人对牙齿的治疗有了更多的主动权。这种指导病人在家中进行的漂白方法省时又方便。

适用于矿化程度较高的患牙，即外观未见组织缺损、表面平整、有光泽、透明度较

高者。此类患牙不论着色是浅黄色或深棕色，也不论着色范围的大小，着色都只在牙釉质的表层，用脱色法均可取得良好的效果。实践证明，除去着色后，牙釉质表层丧失的厚度为50~150μm，既不破坏牙齿的外形，也不影响牙釉质对深层组织的保护作用。

（二）修复法

用修复材料将氟牙症患牙的唇面加以修复，遮住着色，修复牙釉质发育不全的缺损。适用于重度氟牙症，特别是牙釉质发育不全并伴有缺损者；牙面无光泽的患牙和经脱色无效的病例。一般多用光固化复合树脂，也可用塑料贴面或烤瓷贴面以及烤瓷冠修复。

（三）微量磨除法

牙面有白色或白垩色斑点，或不均匀分布的着色者，可使用微量磨除法

氟牙症的治疗中，脱色法、微量磨除法、修复方法以及其他口腔医疗技术的联合使用，对许多患者都可以带来满意的效果。

第七节 氟牙症的预防

人体氟的主要来源是饮水、食物和空气，但是随着含氟的防龋制品（如牙膏、漱口液等）、氟的食品添加剂等的广泛使用，以及由于饮水氟化地区所生产的饮料和食品等的市场供给等，人体氟的其他来源途径增加而更加复杂，人体氟的摄入量也明显增加。故严格控制氟的摄入量，强调安全预防措施，是氟牙症预防的关键。

一、预防原则

限制摄入过量的氟，如选择新的含氟量适宜的水源，应用活性矾土或活性骨炭去除水源中过量的氟；治理环境、控制氟污染、严格控制儿童防龋氟化物的使用剂量，消除其他致高摄氟量的影响因素。

二、预防措施

寻找合适的水源和采取饮水除氟措施，选用适宜氟浓度的饮水。对于燃煤污染型病区，改灶、通风，改变烘烤粮食的方法等，减少生活燃煤所带来的空气、食物、土壤等的氟污染。

改变饮食习惯及烹食方法，减少氟化物在食物中的聚集，控制长期摄入高含氟食物。合理处理工业“三废”，加强个体防护，改善工作环境，预防工业氟污染。

严格控制儿童防龋过程中，使用含氟制剂的剂量及正确方法，强调安全用氟的重要性。加强对人体摄氟“多源性”及其“总摄氟量”的研究，制定“安全摄氟量”标准。

国家卫生部门与水规划部门以及防疫部门的合作，定期通报饮水含氟浓度以及常用食物、饮料等的含氟量，使医生、牙医生和一些社区防治部门，了解各种氟化物的可能来源，以确定是否需要补充氟及补充形式。

第十五章 牙髓疾病

牙髓病是指牙髓组织的疾病，包括牙髓炎、牙髓变性和牙髓坏死，牙髓炎最常见，临床以剧烈的难以忍受的疼痛为特征。

牙髓炎绝大多数由龋齿发展而来。感染又可经根尖孔扩散到牙周组织，引起根尖周炎，甚至能发展成颌面部炎症。早期预防治疗龋齿，能有效地防止牙髓炎的发生。

第一节 病 因

牙髓疾病，尤其是牙髓炎，最常见的病因是微生物感染，此外一些理化因素和生理性、医源性因素也可引起牙髓疾病。

一、微生物感染及感染途径

牙髓疾病的微生物感染仍为混合感染，并无特异病原菌，主要是需氧菌和厌氧菌。牙周疾病使牙根面多有不同程度的暴露，牙髓与牙周之间交叉感染的可能性增加。微生物及其毒力因子到达牙髓的途径有：

（一）牙体途径

龋病到达牙本质一定深度时，即可引起牙髓病变。牙体组织磨耗严重使牙本质小管暴露，暴露牙髓，如楔状缺损穿髓。在慢性病变过程中有修复性牙本质形成，甚至有根管口牙本质桥形成，但封闭不严密，引起牙髓病变的楔状缺损多已深达颊舌径的1/2。牙体组织上的隐裂及裂纹与牙本质小管成一定的角度，而使一条裂纹导致大面积的牙本质暴露，裂纹中存有大量的细菌及食物残渣，久之也会引起牙髓的疾病。外伤性穿髓、畸形中央尖等引起的直接露髓也时而发生。

（二）牙周途径

侧支根管、副根管和根尖孔使牙髓牙周组织紧密相连，而牙周袋的形成使牙髓间接与口腔相通，细菌及其毒力因子可循此途径进入牙髓，引起局部性的乃至全部性的牙髓病变。由于龋齿、失牙等原因常导致牙体及牙列完整性的丧失，在未得到修复前，其䂳力常集中在剩余牙上。过大的䂳力可造成深达根尖的牙周袋，还可引起牙根折裂，此时根裂的相应部位成为细菌由牙周侵入牙髓的通道。当这种细菌侵入是由根尖孔发生的时候，常引起牙髓组织不可复性的炎症，称为逆行性牙髓炎。

（三）血源性感染

细菌经血循环到达牙髓引起牙髓感染的情况一般少见。但在牙髓组织本身有创伤、代谢紊乱，发生血供障碍有牙髓坏死的情况下，机体发生菌血症，循环血中的细菌则可

进入牙髓并定植下来，这称为引菌作用，所引起的继发性感染造成的牙髓炎称为血源性牙髓炎。由于牙髓组织的增龄性变化和牙体组织磨耗对牙髓的影响，加之全身免疫防御功能的下降，发生血源性牙髓炎的可能性增大。

二、化 学 因 素

牙本质暴露后，长期、反复受食物中糖和酸类物质的刺激，除可发生牙齿敏感症外，牙髓亦可发生充血，并可由单纯的牙髓充血发展为牙髓的炎症。同时，在治疗牙齿敏感症时所采用的硝酸银等药物也对牙髓细胞有一定的毒性。此外，牙体治疗过程中窝洞的消毒、垫底及充填材料选择的不当，也是一个重要的化学性病因。目前临床用窝洞消毒药物如酚、醛等，也有一定的细胞毒性和刺激性，可引起牙髓的病理性改变；深洞的垫底材料若选择、操作不当，也可引起牙髓的病理性反应，如调和较稀的磷酸锌粘固粉在凝固前可释放出游离酸而引起牙髓病变；用树脂材料直接充填深洞，其单体可游离并通过牙本质小管进入并刺激牙髓。慢性龋坏过程中修复性牙本质形成，有可能造成小的穿髓孔不易查出，此时直接充填，则可使充填材料的有害成分直接作用于牙髓组织。乙醇等干燥剂可导致牙本质小管内液体的生理平衡紊乱，从而影响牙髓。喜食酸性饮食习惯可造成酸蚀症，日久累积可降低牙体硬组织对外界刺激的抵抗力，并可伤及牙髓。

三、物 理 因 素

一般情况下，10℃~60℃的温度为牙髓所耐受，一般的饮食温度不会造成牙髓反应，除非已有牙本质的严重磨耗。牙体及牙列缺失进行修复时，在钻磨及牙体预备时，手机切割牙本质时产生大量摩擦热，可损伤下方的牙髓，如果损伤广泛或波及多细胞层时，牙髓将丧失修复功能。牙本质的热传导性相对较低，故钻磨时必须使用水汽喷雾。组织学研究证实，当使用水汽雾冷却时，如果剩余牙本质厚度>1mm 时，牙髓无明显反应。此外，若深龋未经垫底直接进行汞合金充填，则可由于汞的良好导热性引起温度对牙髓的损害。

治疗牙齿敏感症若参数选择不当会造成热效应对牙髓的直接损伤。红宝石激光对牙髓组织损害程度最重，而二氧化碳激光功率低危害最小。当口腔内相接触的牙齿使用同种金属修复后，流电现象的存在仅引起牙髓退行性变化。已充填的汞合金与电流接触 1 秒钟即可引发牙髓出血性坏死。老年人由于牙体磨耗、牙列缺失，常有咬殆力不均，颞下颌关节紊乱病（简称 TMD），可造成创伤性咬殆及磨牙症等，从而对牙髓造成创伤，影响血供。而直接的牙外伤可使根尖孔移位，血管撕裂，使牙髓丧失活力。

在乘坐飞机起降时，可使原有牙髓病急性发作，这是由于气压急骤降低，组织及体液中的氮气析出成气泡，形成气栓，有时在海拔过高的山区也可发生，又称为航空性牙痛。可表现为快速锐痛、上升时加重的迟缓跳痛和下降时加重的疼痛。电力辐射可引起牙髓出血或坏死，从而造成牙髓的病变。

牙髓能耐受一定限度的温度改变，但过冷或过热的温度刺激，就会引起牙髓病变。高速或连续切割牙齿时，可以产生较高的温度，刺激牙髓。牙体预备时，应当间断切割，若用高速钻机时，一定要同时使用降温措施，以免造成对牙髓的刺激。较深的洞，若直接充填金属，可以传导温度，刺激牙髓。

牙齿由于受到撞击，或因长期创伤性对牙根尖的创伤，往往引起根尖血管的损伤或断裂，从而引起牙髓的血行障碍，形成牙髓病。临床上常见受过撞伤的牙齿变色，就是因为牙髓已经坏死的缘故。

四、生理性因素

牙齿出现不同程度的磨耗及磨损，轻者可出现牙齿敏感症、牙髓充血，重者可出现牙髓的不可复性改变。由于失牙及龋坏牙未治疗、邻牙的倾斜，常导致偏侧咀嚼和殆力过分的集中在某些牙位上，除造成隐裂、根折外，直接引起的牙髓炎症的可能性也大大增加。有研究发现单纯的殆创伤或在颈部造成类似缺损的孤立发生的V形缺损，称之为abfraction，意为非正常的小缺损。隐裂可引发牙髓炎已得到证实，隐裂除与牙体组织的生理解剖特点、患者的咀嚼习惯有关外，牙齿的增龄性变化及口腔健康状况的下降无疑又是一种好发因素。临床检查中可见年人牙体组织上有不同程度的隐纹，可引起牙髓的退行性变甚至造成牙髓炎症，而根据患者的咀嚼习惯及是否早期进行有效治疗，这种牙髓炎症可表现为慢性过程或急性发作。

五、全身及其他因素

牙齿作为机体的一部分，常可出现全身疾病的局部表现。艾滋病患者牙髓组织内可检出高浓度的人类免疫缺陷病毒DNA；肝炎患者的牙髓组织内也可检出病毒；而老年人中常见的冠心病，发作时由于臂丛神经的牵涉反应，常表现为肩部疼痛，也可表现为非特异性牙痛，称为心源性牙痛。国外学者曾报道14%的冠心患者疼痛可只表现在颌骨或牙齿，一般多表现在后牙区，区域弥散、定位差、性质多样，随心脏症状的缓解而消失，不需特殊的口腔治疗。而三叉神经痛患者初期表现也多见于牙痛，且定位极差，常导致多个牙被误拔。此外，一些精神因素性牙痛也不容忽视。由于家庭社会等多种不同因素的改变或不理想、突发事件的来临，常会引起心理精神的改变，重者表现为感觉运动障碍、意识状态改变，出现无体征有症状的牙痛、咀嚼不适等口腔表现，单纯的口腔治疗对其无明显效果。

六、医源性因素

不同个体，牙齿冷热等刺激反应不同。若未能充分考虑这一特点，则有可能在治疗过程中对牙髓造成化学、温度等有害刺激，从造成牙髓疾病。如钻磨牙体时若不注意深度及方向，则可能造成穿髓；而充填后的微渗漏为牙髓感染的一种特殊牙本质途径。

修复体对患牙的牙髓有一定的影响。修复材料与牙体组织间理化性质的差异，以及口腔内温度的变化、牙齿所承受应力的改变，常可导致微渗漏的形成。细菌易于在间隙中定植繁衍，从而伤及牙髓。牙周刮治和手术，可造成牙本质小管的开放，细菌及产物易进入，影响牙髓。由于根管钙化等因素可造成根尖周病变通过根管治疗无法治愈，再做的根尖外科手术在清理根面时也可伤及邻牙，引起邻牙牙髓活力下降乃至丧失，且由于所形成的炎性反应可造成牙根外吸收，其早期可无症状，严重时可引发牙髓炎症及根折。在进行牙体治疗时，如果未去尽炎性组织，或是使用的药物刺激性较大，则可能吸引根尖区的破骨细胞进入根内引起牙内吸收；而拔牙时用力不当也可引起受累牙的牙内

吸收。

第二节 分类及临床表现

目前对牙髓疾病的分类尚缺乏统一的标准，按照临床表现将其分为：可复性牙髓炎、不可复性牙髓炎（急性牙髓炎、慢性牙髓炎、逆行性牙髓炎、残髓炎）、牙髓坏死、牙髓变性。

牙髓炎症是种炎症反应性疾病。当刺激到达牙髓后，首先引起血管扩张，充血。在牙髓充血时，先是动脉充血，由于血管扩张，而使髓腔内压增高，根尖中的静脉受压造成静脉淤血。若消除了刺激，这种充血状态便可消失，但当冷热刺激去后，温度恢复正常时，疼痛也就消失。电活力测验，其刺激点低于正常。若长期充血而得不到缓解，则可转为慢性牙髓炎；或因渗出物继续渗出，而发展为急性牙髓炎。

一、可复性牙髓炎

可复性牙髓炎早期牙髓炎，范围局限，无自发痛及夜间痛，无咀嚼痛，但受到冷热刺激时，可产生短暂、尖锐的疼痛，延迟反应轻微甚至不易察觉。去尽龋坏组织后未见穿髓孔，冷热刺激痛阳性，延迟反应可疑，牙髓电测试反应值与正常相似或稍高。

二、不可复性牙髓炎

不可复性牙髓炎可以因可复性牙髓炎未及时治疗发展而来，也可由慢性牙髓炎急性发作而来。急性牙髓炎发病急，临床表现为剧烈的疼痛。

（一）急性牙髓炎

剧烈而严重的自发痛、激发痛、夜间痛为其显著特点。疼痛性质尖锐，呈阵发性，随病变的持续及病变的加重，发作频繁、缓解期缩短乃至消失，可持续数小时。急性牙髓炎时因牙髓感觉神经来自三叉神经第2、3支，常发生牵涉性痛，汇聚到三叉神经脊核尾部或后腹侧丘脑核的神经元，这些部位也是面部组织感受器的输入投射部，故患者常无法准确指出疼痛部位，易发生误诊误治。一般全口任何一颗牙或反射至同侧耳颞部，前后上下可交叉，但除前牙外一般不至对侧。此外，在疼痛发作期或间歇期，冷热刺激可加重或诱发疼痛，早期多为冷刺激加重而热刺激缓解，后期则相反。

急性牙髓炎的疼痛特点：

1. 自发性阵发性剧痛　遇冷、热、酸、甜等刺激引起疼痛，有时在没有外界刺激，也有剧烈疼痛，呈痛一阵、歇一阵的间歇性发作，早期疼痛发作时间短，间歇时间长。到晚期则疼痛发作时间长，间歇时间短。

2. 疼痛发作夜间比白天重　牙髓炎疼痛发作往往在夜间比白天更加剧烈，可能由于平卧时体位改变，牙髓腔内压力增加，或牙髓末梢血管扩散所致。

3. 温度刺激可使疼痛加剧　无论在疼痛的间歇期或发作期，冷、热刺激，均可激惹或加剧疼痛。一般来说，牙髓炎早期对冷刺激更为敏感，而晚期同对热刺激更为敏感。

4. 疼痛不能定位　患牙髓炎的患者，自己大都没有明确的部位感，不能清楚明确

地指出患牙所在。在牙髓炎时，常为放散性牵涉性痛，常常是沿三叉神经分布区放射至同侧上牙、下牙及头、面部。因此，患者分辨不清何为病牙，常将上牙痛误指为下牙痛，后牙痛误指为前牙痛。但这种放散痛不会发生在患牙的对侧，必定在患牙的同侧。

急性牙髓炎可依其炎症发展过程，分为浆液期及化脓期，由于病变程度不同，各期又各具特征。

（1）急性牙髓炎浆液期：常为可复性牙髓炎的继续发展。牙髓血管发生充血后，血浆由扩张的血管壁渗出，使组织水肿。随后多形核白细胞亦由血管壁渗出，形成炎症细胞浸润，成牙本质细胞坏死。急性浆液期炎症反应，多局限于冠部牙髓，但也可以侵犯到全部牙髓。

临床表现为自发性疼痛明显，温度刺激（尤其是冷刺激）或酸、甜食物掉入龋洞中，都会引起或加重疼痛。在刺激除去后，疼痛并不消失。疼痛发作时间短，间歇时间长；炎症早期病变，多局限于冠部，无叩痛。但疼痛可反射到对颌牙或邻牙，后牙的疼痛还可反射到耳部、颞部。

（2）急性牙髓炎化脓期：急性牙髓炎浆液期，未能及时治疗，渗出的白细胞坏死、液化，即形成脓液。化脓可能是局限的，也可能是弥漫的。急性牙髓炎的浆液期和化脓期并没有截然的界限，而是一个移行过程。感染部位大量白细胞浸润，白细胞液化，组织坏死，形成脓液，周围则可见扩张充血的血管。病变可能局限成一个或数个小脓腔，亦可能弥散到全部牙髓，成牙本质细胞层破坏而消失。

临床表现为化脓期疼痛较浆液期为重，有自发性、搏动性跳痛。此时疼痛发作时间长，间歇时间短。疼痛程度逐渐加重。对热刺激疼痛加剧，对冷刺激反可使疼痛缓解。病变波及全部牙髓时，根尖部可出现反应性叩痛和咀嚼不适。

（二）慢性牙髓炎

慢性牙髓炎是牙髓炎中最常见的一型，临床症状不典型，容易误诊为深龋，故应仔细询问病史，仔细检查鉴别，才能作出正确的诊治，使患者得到合理的治疗。当侵入牙髓中的细菌若毒力较低，而且机体的抵抗力强，这时牙髓组织的炎症常呈慢性过程。急性炎症时，如渗出物得到引流，但感染又未能彻底除去时，也可转变成慢性。机体抵抗力减低时，或局部引流不畅时，慢性牙髓炎也可以转变成急性炎症。

慢性牙髓炎一般没有剧烈的自发性痛，有轻微的钝痛，但长时期遇冷热刺激痛，除去刺激后疼痛要持续比较长的时间才逐渐消失。由于长期的发炎，炎症可波及全部牙髓，根尖孔附近的牙周膜也可有充血及水肿的情况，患牙还可以有轻微的叩痛，患者感觉咬合时患牙不适。

慢性牙髓炎可分为两种类型：

1. 慢性闭锁性牙髓炎　为临床最常见的一型，由龋坏感染而引起者，往往龋洞很深，接近或已达牙髓。有的牙髓已暴露，有的在除去软化牙本质后，牙髓即暴露，少数病例在除去软化牙本质后，仅余一薄层牙本质覆盖于牙髓上。

在牙髓组织中有淋巴细胞及浆细胞浸润，成纤维细胞及新生血管增殖，可以长期呈炎症性肉芽组织状态。有时病变部分的牙髓，经过一定时期，可被结缔组织纤维包绕局限。如果细菌的毒性没有增强，而外界又无新的感染袭入时，被包绕的病变暂时不会向外发展，所以，慢性炎症可以维持较长时期。但当机体抵抗力降低，毒素作用增强时，

也可急性发作形成急性牙髓炎。多数由于毒素作用，牙髓组织渐渐发生退行性变，而终至坏死。若髓腔穿通，牙髓组织暴露者，其暴露牙髓表面呈溃疡，又称为慢性溃疡性牙髓炎。溃疡表面有炎症细胞浸润，其下方纤维组织增多。有时牙髓组织有退行性变，可见钙化物沉积。长期慢性炎症，则牙髓大部或全部均有炎症细胞浸润。

临床表现为无明显自发性痛，但遇温度刺激时，或食物掉入龋洞时，会引起较为剧烈的疼痛，以致患者不想再继续进食。有的有定时的钝痛，例如每到下午或清晨出现一阵放散性钝痛。由于慢性牙髓炎可以转变为急性牙髓炎，患者主诉有自发痛史，有的患者有夜间痛史，有的患者也可能完全无自发痛史。

2. 慢性增生性牙髓炎　儿童或青少年患者，由于根尖孔粗大，血运良好，牙髓组织抵抗力较强，患慢性牙髓炎而又有较大的穿髓孔时，由于长期轻度刺激，有时可引起牙髓增生性反应，此时牙髓组织通过穿髓孔向外增殖，形成牙髓息肉。临床可见大而深的息肉，用探针或挖匙触动时易出血，感觉较为迟钝。

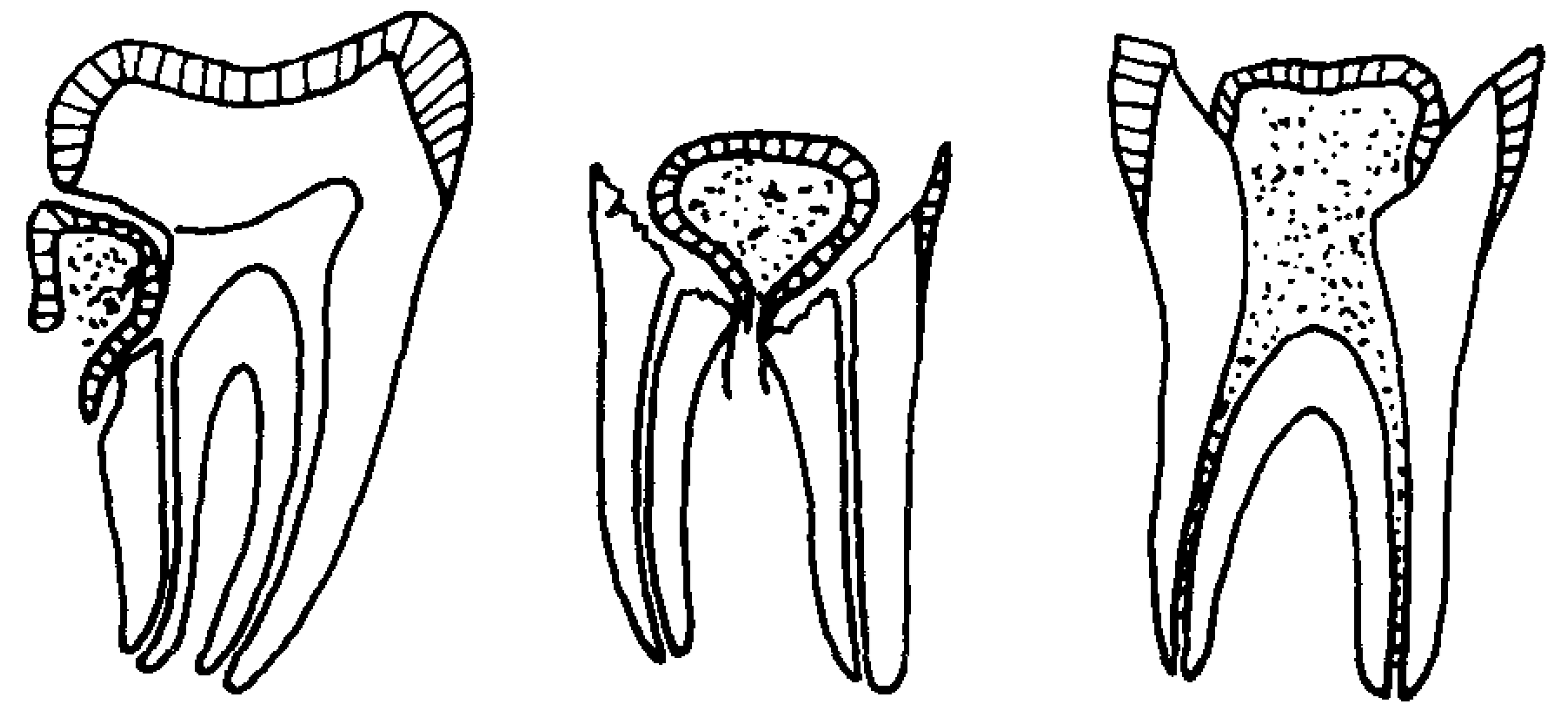


图 15-1　慢性增生型牙髓炎（3）与牙龈息肉（1、2）

牙髓息肉应与牙龈息肉相区别，用探针拨动息肉，检查其蒂部的位置，牙龈息肉多系食物嵌塞等刺激，龈乳头增生而长入邻面龋洞内者。但需注意另一种可能，即由根分歧处穿髓室底增生的牙龈息肉，极似牙髓息肉，要注意鉴别，必要时可作 X 线检查（图 15-1）。

息肉表面有鳞状上皮覆盖，上皮是由牙龈、舌和口腔粘膜的上皮脱落移植而来。息肉中含大量炎症细胞，有很多血管，而神经纤维很少。息肉下方的牙髓多形成炎症性肉芽组织，根尖周组织可有充血或慢性炎症。

一般无自发痛，有时患者感到进食时痛，或进食时易出血，因而不愿使用患牙咀嚼。由于长期不咀嚼食物，往往可以发现患侧有牙石堆积。患牙龋洞内有息肉。温度刺激所引起的疼痛不明显。

（三）逆行性牙髓炎

感染源多来自牙周，又称牙周牙髓联合病变。也可牙髓疾病引起牙周病变或牙髓牙周同时存在病变，称为牙髓牙周联合病变。牙周感染可通过侧支根管、副根管和根尖孔到达牙髓，引起局灶性或全部性的牙髓炎症。反之，牙髓病变的晚期炎性物质又可逆化途径到达牙周，甚至经牙周排脓等。此类患者兼具牙周炎、根尖周炎和牙髓炎的多种症状。牙髓炎可表现为急性或慢性过程，牙周炎常使患者感到牙松动、咀嚼无力或疼痛、乃至牙周溢脓。治疗时需兼顾牙髓牙周的病变，才能达到较好的治疗效果。

临床检查时牙体完整，但可探及深达根尖的牙周袋或Ⅱ度以上的根分叉病变，患牙松动或不松，叩痛阳性，牙髓电测试反应因不同时期而有所不同。牙周牙髓联合病变在 X 线片上可见牙周间隙增大明显，而尖周的暗影相对较小；而牙髓牙周联合病变则表现为底大口小的牙周根尖周联合暗影。由于同时发生牙髓牙周的病变，暗影则因病变的不

同而不同。

（四）残髓炎

经过牙髓治疗后的牙齿在近根尖部的少量牙髓还有活力，并可以有炎症存在，叫做残髓炎。残髓炎的症状，多为钝痛，温度刺激引起放散性胀痛，有间隙期较长的轻度阵发性痛及咀嚼食物时痛。检查发现有轻微叩痛，对温度测验有反应或有轻微疼痛。若除去充填物直接探入根管有探痛时，更能证实为残髓炎。

三、牙髓坏死与坏疽

牙髓坏死指非细菌感染引起的牙髓组织活力丧失。多由于外伤，如打击、碰撞以及过度的矫正力等，使根尖孔处血管损坏，营养断绝，形成牙髓坏死。强烈的化学刺激，如亚砷酸、三聚甲醛等，都可刺激牙髓，引起牙髓坏死。硅粘固粉和某些自凝塑胶，用于深窝洞未垫底时，也可造成牙髓坏死。此外，牙髓组织发生严重的营养不良和退行性变时，最终可发展到牙髓坏死，称为渐进性坏死，多见于老年人。

牙髓坏死表现为牙齿失去感觉，若未被细菌感染，也可无其他症状，根尖周组织也可能无病变。温度及电测活力无反应。牙齿变色、发暗、不透明。牙齿变色，是牙髓由于血红蛋白分解产物进入牙本质小管所致。如果在根尖孔处受细菌继发感染，而发展成感染性根尖周围炎时，则表现出根尖周炎的症状。

老年人退行性引起的无菌性、渐进性坏死，临床无症状，且根尖周组织无病变者，可不进行治疗；但如根尖周感染者，则需根据病变情况，进行治疗。

由于细菌感染，造成牙髓腐败性坏死时，称为牙髓坏疽。感染可能经牙本质小管、露髓孔，或根尖孔侵入牙髓。临床上，牙髓炎的自然发展过程，往往最终成为牙髓坏疽。牙髓坏疽，常常是引起各型根尖周病的病因，因此，必须治疗患牙，一般按根尖周病的治疗原则处理。

四、牙 髓 变 性

牙髓组织血液循环不良，可发生代谢障碍，形成各种类型和程度不等的变性，年龄增高和牙齿受到长期而缓和的刺激，如磨损、酸蚀等，是发生牙髓变性的条件。

（一）牙髓退行性变

牙髓组织开始发生退行性变，镜下可见牙髓细胞及血管壁上出现脂肪颗粒，更进一步是成牙本质细胞层发生空泡性变，以及牙髓组织萎缩，表现为牙髓细胞之间存留液体，形成无数小圆腔。镜下观察牙髓，颇似网状，故叫网状萎缩。严重的变性萎缩，可以引起牙髓渐进性坏死。这些变化的结果，是细胞减少，而被纤维成分所代替，形成牙髓的纤维性变，使牙髓的活力降低。

牙髓退行性变一般是年龄增高，组织发生营养不良性变化的结果。由于没有临床症状，故不需要治疗，但了解牙髓组织在增龄时活力降低，甚至可以发展成渐进性坏死，对诊断和治疗牙髓病确具有重要的意义。

（二）牙髓钙化

随着年龄增长或牙齿受到磨损、酸蚀等理化刺激，髓腔壁、髓室底、根管壁和根尖孔附近，细胞变性后，钙盐沉积，致使髓腔狭窄。

牙髓发生血液循环障碍，细胞变性后，钙盐沉积，可形成微小的或较大块的钙化物，称为髓石。髓石可游离于牙髓组织内，也可附着于髓腔壁或髓室底，甚至充满髓腔，治疗时开扩根管困难。最严重的钙化，可使髓腔全部闭塞，根管不通。牙髓钙化一般无症状，X线检查时可发现较大的髓石或根管的弥漫性钙化，有时可髓石压迫神经引起牙痛（图15-2）。

（三）牙内吸收

牙内吸收是牙髓组织变性成为肉芽组织，产生破骨细胞，使牙体由内部吸收，可能是由于炎症刺激所致。其吸收近牙表面时，由于增生的肉芽组织填满吸收区，致牙面露出粉红色。严重牙内吸收，可造成牙齿折断。外伤牙、再植牙或活髓切断治疗的牙，易发生牙内吸收。X线检查时，可见牙髓腔边缘不规则的透明区（图15-3）。牙内吸收一般无自觉症状，有时也可以出现类似于牙髓炎的症状，可进行牙髓治疗，其吸收已形成穿孔时，则应考虑拔除。

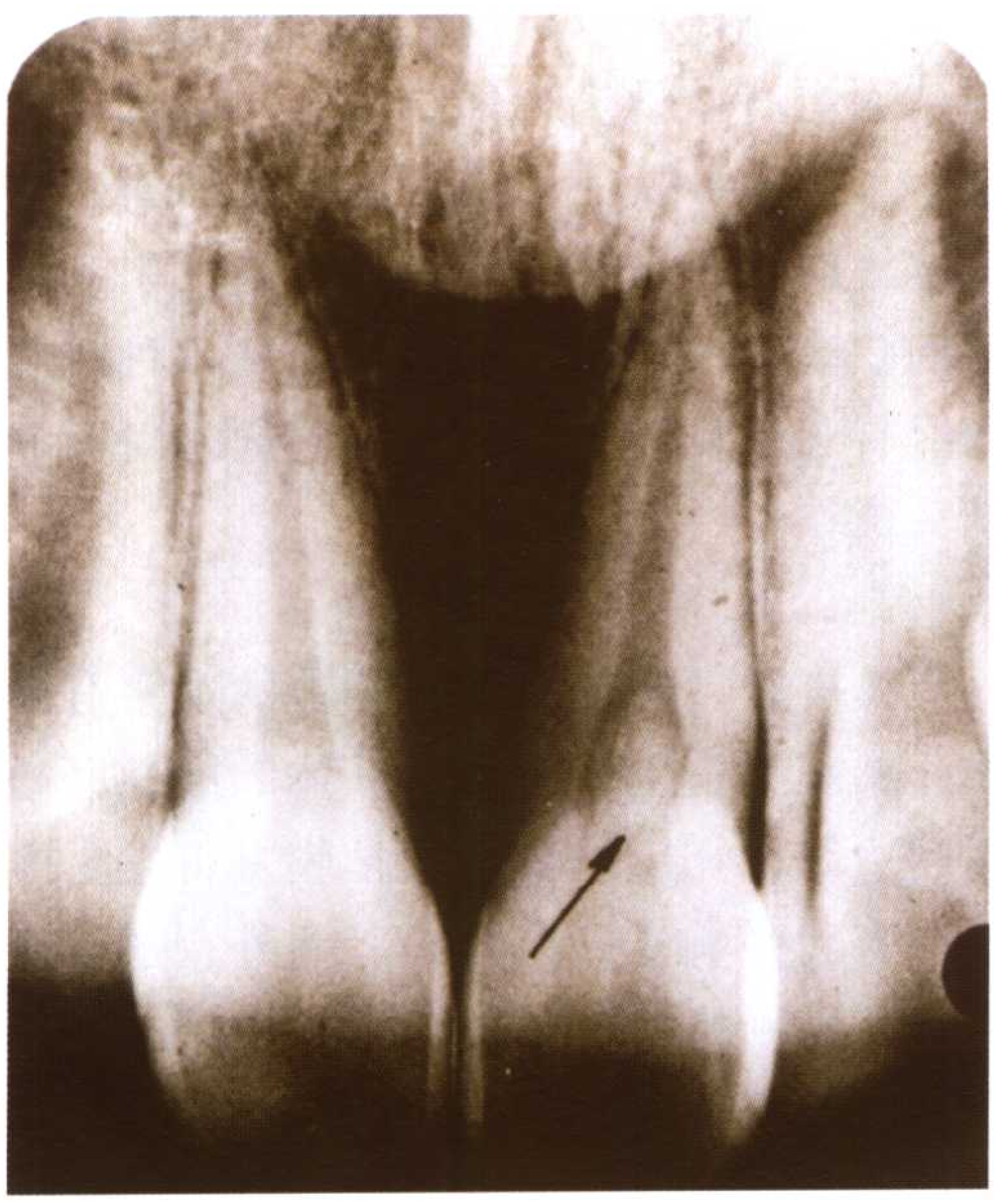


图15-2　牙髓钙化

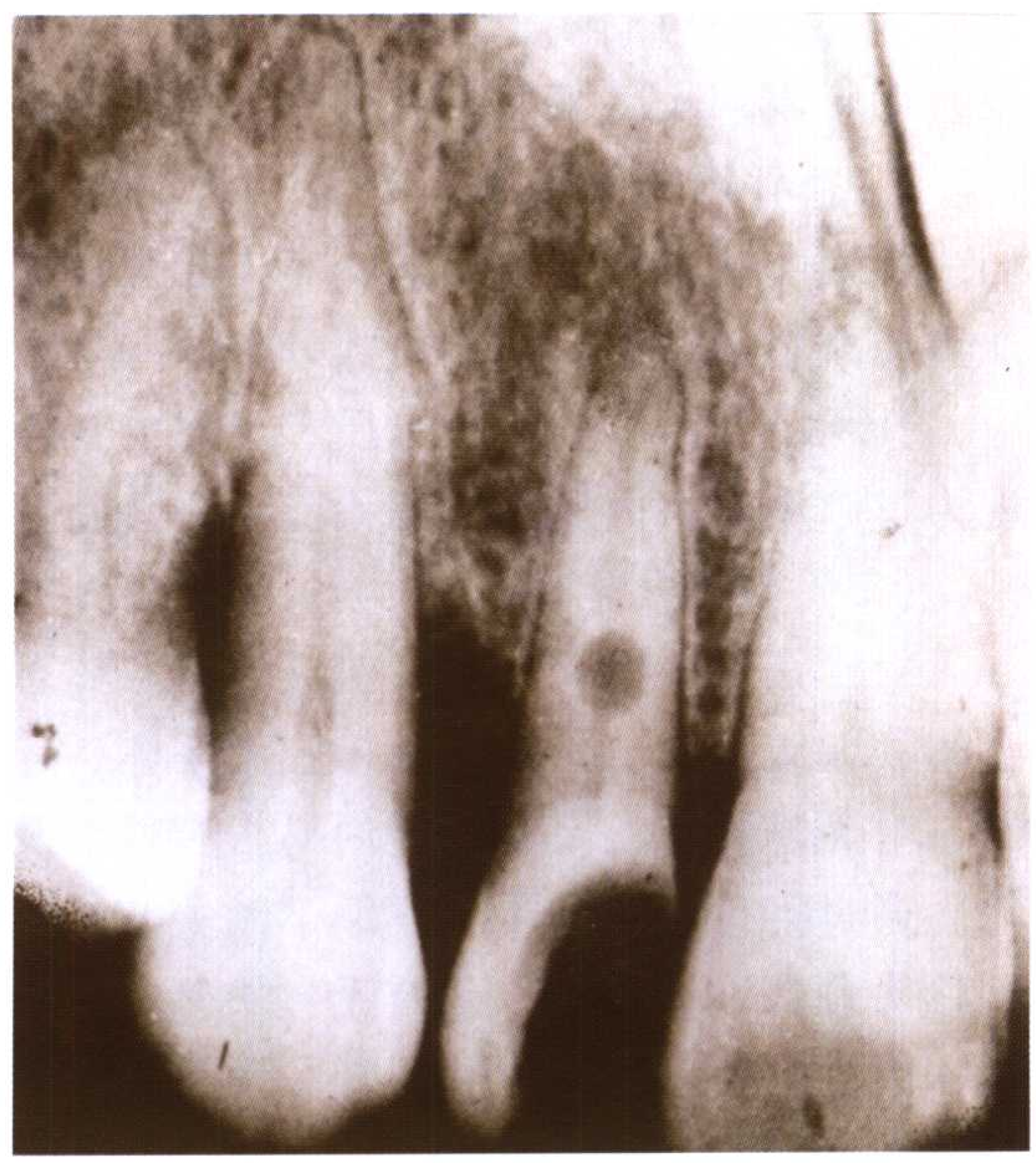


图15-3　牙内吸收

第三节　牙髓炎的诊断

牙髓炎的主要症状是疼痛，而且疼痛有其特殊性，因此根据其症状即可判断为牙髓炎。但由于牙髓炎时疼痛不易定位，确定患牙是诊断牙髓炎的重要步骤。

诊断牙髓炎时，可以根据症状，得出初步印象，再结合检查所见，加以分析，来判断初步印象是否正确，假若症状和检查所见符合为牙髓炎，可以进一步作牙髓活力测验，来证实判断的准确性，并可以确定患牙。经过由浅入深的分析，并且反复验证，才会得到较为可靠的诊断。

一、常规检查

(一) 问诊

通过问诊获得患者全身资料及突出症状最有效最直接的手段，疼痛是牙髓炎的突出症状，问诊显得十分重要。问诊的主要内容应该包括：

1. 患者的全身情况　包括其患病史、用药史、出血史和既往治疗史。牙髓病诊断中不能排除全身疾病局部表现的可能性，而且了解其系统病史和治疗史有助于医生在诊治过程中有的放矢，选择恰当的治疗手段。有学者认为近6个月有心肌梗死发作及严重心功能不全的老年患者不宜进行治疗；糖尿病患者及放化疗患者应注意预防感染的发生，可适当的给予抗生素预防；而对有放射性骨坏死的患者应避免拔牙，尽量保存患牙。

2. 患者的既往口腔治疗史　通过了解患者既往的治疗情况可更快地判明日前症状的来源，如出现疼痛的患牙伴有大面积修复时，往往可通过该牙的治疗史明确其原因。而这种了解不应局限于牙体本身，还应包括涉及牙周围区域及口腔范围内的病史。问诊也有助于发现发生某些口腔疾病的危险因素，从而更有效地进行预防。

3. 患者疼痛的情况　通过问诊了解疼痛的性质和部位：是自发痛、激发痛、冷热痛或是咀嚼痛，有无夜间痛，有无延迟反应，是锐痛还是钝痛，有无反射痛，引起疼痛加重或减轻的原因，借此可大致推断牙髓所处的状态。值得注意的是疼痛是一种主观反应，其程度与患者的心理素质和当时的身体状况有关。伴有全身性疾病时通常对疼痛表现为过敏反应，因此疼痛并不能作为诊断的惟一依据。

(二) 望诊及扪诊

望诊是掌握全身情况，对其步态、体态、头发皮肤、肢体及面部表情的观察有助于了解其健康状况。然后观察口腔内牙体、牙龈、粘膜等情况，应注意牙体的磨耗磨损情况，有无隐裂等，及其口腔内是否有残根及锐利边缘，相应的舌及颊粘膜是否发生溃疡等。通过扪诊也可初步了解颞下颌关节的情况，有无弹响、开口偏斜。此外，还应注意扪诊头颈部淋巴结，以及有无包块等。而扪诊也是判断是否有𬌗创伤的最简单直接的方法，因牙缺失、牙倾斜和磨耗、颞下颌关节疾患常出现不同程度的𬌗创伤。此外通过扪诊还可了解牙齿的松动情况，结合X线检查决定是否保留患牙。临床上把牙松动度分为3度：Ⅰ度为牙齿仅有颊舌向动度，且动度小于1mm；Ⅱ度为牙齿有颊舌向及近远中向动度，但近远中动度小于1mm；Ⅲ度为牙齿有颊舌、近远中和垂直向动度。对老年人而言，Ⅲ度松动的牙齿一般不予保留（炎症性除外)。

(三) 探诊

附对牙体的仔细探诊外，牙周情况的详细检查也至关重要。为避免造成医源性的创伤，尤应注意探诊的力量，目前认为20~25g的力量是适宜的。若患者的牙髓病变已涉及根尖周组织，并出现了窦道，探诊时还应探时窦道的方向及来源。

(四) 叩诊

叩诊是指用镊子或口镜柄轻敲被检查的牙齿，根据牙齿对叩击的反应来进行检查，包括垂直向及水平的叩诊，可以了解根尖周及牙周的情况。应注意与邻牙比较，对牙周情况多欠佳患者，叩诊时尤应注意力量的轻重，避免造成医源性伤害，或是难以分辨患

牙。

(五) 咬诊及染色法

咬诊是指通过让患者咬具有一定硬度的物体，从而检查咀嚼的检查方法。而染色法是利用染料对牙体裂纹或裂缝的渗透力而产生的滞留，来诊断隐裂的方法。对可疑牙进行咬诊和染色能初步诊断，必要时也可进行透照法，但应注意与投照角度相关。在染色法中应注意生理性深沟裂与隐裂的区别，当无法鉴别时应结合咬诊，以免漏诊误诊。

二、牙髓温度测试

牙髓温度测试是一种牙髓的感觉试验，牙髓对外来刺激的基本反应为痛觉反应。其原理基于牙髓兴奋性与牙髓组织的生理状态有关，是根据牙齿对冷、热刺激的反应来判断牙髓状态。牙髓有病变时，牙齿对温度的耐受阈有变化，但其诊断价值是相对的。测试部位的选择在牙齿的唇颊面近颈 1/3 处，使用热牙胶时温度不应过高。在测试时应注意前后上下的顺序，避免前后结果互相干扰；且应与同名牙或邻牙对照，只有当两者明显不同时结果才有意义。进行此检查时，还特别应注意两牙之间应间隔一定时间，以免漏查延缓性反应性疼痛，而把好牙当患牙治疗。

三、牙髓电测试

牙髓电测试（pulp electricity test,PET）是利用电刺激兴奋牙髓内的神经，使患者产生一定的反应，而牙髓在不同生理、病理状态下的反应不同，从而可对牙髓的状态进行评估。由于牙髓中神经及神经鞘矿化引起退行性变，导致神经分支减少，对刺激的反应减弱，故测试时必须与自身对照牙比较，有明显不同时才有意义。但牙髓电测试不能用于判断牙髓病变的性质，其结果只反应牙髓组织中神经的存活情况。牙髓电测试要求严密隔湿，将电极置于牙的唇（颊）面中份，且由于和牙髓冷热测验一样是感觉试验，需预先向患者说明检查的目的和可能出现的情况。牙髓电测试的结果可受多种因素的影响，如因牙体在大面积汞合金修复体而出现假阳性、因隔湿不全而出现假阳性、因患者的过度紧张而出现假阳性，以及因外伤后牙髓组织的暂时休克状态而出现假阴性等。需要特别注意的是，对带有心脏起搏器的患者不能进行牙髓电测试，以免影响起搏器的正常工作。

四、X 线 检 查

通过 X 线检查可了解患牙邻面、髓腔、牙根及根管、牙周的情况，从而确定老年患者患牙的可治疗性、保留价值和既往治疗情况。一般要求以平行投照技术为好；X 线片上髓角较实际低。由于年龄的增长，某些牙源性和非牙源性囊肿、肿瘤的发生率上升，所以在 X 线检查时应多注意牙周骨质的情况。现在有新型的数字成像系统将图像数字化，可迅速在终端屏幕上显示瞬间图像并贮存，并减少 80%的放射投照量。由于髓腔根管系统的复杂性，治疗过程中常需多次照片，所以应用低放射量的新技术是有益的。

五、诊断性磨除及麻醉试法

诊断性磨除指通过磨除一定的牙体组织，根据患者是否有相应的酸痛感觉来判断牙髓状态。麻醉试法是对怀疑的患牙进行局部麻醉，再次刺激后根据诱发症状是否再次出现来判断患牙的部位。值得注意的是麻醉试法只有当可疑牙达到完全无痛的效果时才能做出诊断。诊断性磨除中应注意深度，以免造成意外穿髓而引起医源性牙髓病变；而在对隐裂的诊断中，诊断性治疗仍有一定的确诊价值，有时甚至是惟一的确诊方法。

六、全身检查

由于生理特殊性及牙髓治疗的复杂性，对基本生命体征的掌握有助于避免诱发或加重患者的不适，并可防止发生意外，提高治疗的安全性。有医生认为当老年患者的舒张压高于 14kPa（105mmHg）时，应先对其血压进行控制后才能进行口腔治疗。对有心功能不全史的患者，或是近期有心肌梗死发作的患者，应先进行心功能状态的评估，必要时应进行心电监护。而对伴有肺功能障碍或是呼吸系统疾病的患者，由于口腔治疗操作均在口内进行且患者多处于仰卧位，对呼吸有一定的影响，故应注意患者的心肺功能是否正常，是否能耐受必要的口腔治疗。

七、鉴别诊断

牙髓炎应当与深龋鉴别，当深龋尚未引起牙髓病变时，不会发生自发性痛。慢性牙髓炎虽然也可能无自发性痛，但温度刺激会引起较长时间且较剧烈的放散痛，同时多有夜间发痛及自发痛的病史。因此还需与以下疾病作鉴别诊断：

牙间乳头炎由于牙龈退缩，常有食物嵌塞史，由于卫生措施不得力，可导致牙间乳头炎。表现为牙龈肿胀充血，持续性胀痛。

三叉神经痛每次持续数秒钟至 1~2 分钟，不超过 5 分钟，无夜间痛，患者常有特殊面容。

急性上颌窦炎、鼻窦炎，其头痛、鼻阻、脓涕症状明显，所毗邻的上颌后牙区可表现持续的胀痛，应注意鉴别。

蝶腭神经痛为一类进行性加重的原因不明的急性发作性疼痛，主要集中在一侧上颌、鼻窦和眶后区，患者常伴有鼻塞、畏光和流泪等症状。与牙髓炎明显不同是蝶腭神经痛多在每天同一时间发作，而牙髓炎的发生没有时间的规律性而有冷热诱发因素。

干槽症发生在拔牙后 3~4 天，为拔牙创的感染性疾病。表现为拔牙区剧烈、持续、进行性加重的疼痛，可向同侧面部及颌骨区放射。但根据拔牙史、疼痛定位准确、与冷热刺激关系不明显等特点可与急性牙髓炎鉴别。

第四节　牙髓炎的治疗

牙髓炎理想的治疗结果是消除炎症，恢复健康的牙髓，既保存了患牙，又使牙髓能继续行使其防御、修复、重建等功能。死髓牙及无髓牙的牙齿硬组织，由于失去来自牙髓的营养而变得干、脆，因此，采用保存无髓或去髓的方法治疗牙髓炎，虽然保留了患

牙，但牙体易于折裂。由于牙髓的解剖生理特点，目前尚无理想、有效的保存活髓的方法，不能大量的进行保存活髓的治疗。牙髓组织处于没有弹性的髓腔中，缺乏有效的侧支循环，牙髓炎不是一经消除感染，便易于消炎而治愈的。髓腔及牙髓组织的增龄变化都很明显，在青少年时期的牙齿，尤其是新生恒牙，根尖孔尚未形成，根管粗大，血运丰富，牙髓组织生活力旺盛，在炎症早期，采取保存活髓的治疗措施，是容易成功的；但是对于年长者，尤其是老年人，由于髓腔缩小，牙髓组织多有退行性变，即使未发炎的牙髓，只是在备洞时意外穿髓，采用保存活髓的方法也难成功。因此，目前多半只在青少年患者选用保存活髓的治疗方法。

牙髓病的治疗方法较多，可根据患者的年龄、牙齿的位置及病变的程度等，选择治疗方法。

一、应 急 处 理

牙髓病的应急处理目的在于缓解疼痛。

（一）无痛技术

患者就诊的主要目的之一即是解除症状，故治疗应在无痛或尽量减少疼痛的情况下进行，切不可在治疗过程中增加患者的痛苦。

1. 局部注射麻醉　用2%普鲁卡因局部浸润或阻滞麻醉，也可用2%利多卡因，1次2~4ml，对伴有室速的心脏病患者尤其适用，对伴有高血压、心功能不全的患者不应加肾上腺素。新型的局麻药——碧兰麻由4%的阿替卡因和1:100000的肾上腺素组成，镇痛效果好而持久，且用量少，不需深部的阻滞注射，局部浸润即可获得完好的镇痛效果，但高血压患者在使用时应谨慎。无痛麻醉仪采用计算机控制慢流速低压力给药，且进药过程中保持一定的压力，使药物始终在针头的前方，可达到无痛注射的目的。

2. 针刺麻醉　针刺麻醉是利用中国传统的针刺疗法，对一定的穴位进行针刺而止痛。针刺穴位平安穴（口角到耳屏连线中点）为主，指压以合谷穴为主，根据具体牙位辅以不同其他穴位。有报道根据针灸、耳穴治疗原理，应用微电子技术制成了速效自动止痛治疗仪。其原理为：耳穴是与人体脏腑经络、组织器官相通的，人某患病后，耳穴有阳性反应，电阻降低，仪器采用电子耳膜技术，产生的幅频变化信号释放到耳穴上达到止痛目的。

（二）开髓引流

通过穿通髓腔或扩大穿髓孔，降低腔内高压，而达到止痛的目的。对逆行性牙髓炎，需去除牙髓活力方能止痛。对此类患牙，还需进行降低咬殆的处理，使患牙脱离咬殆接触。

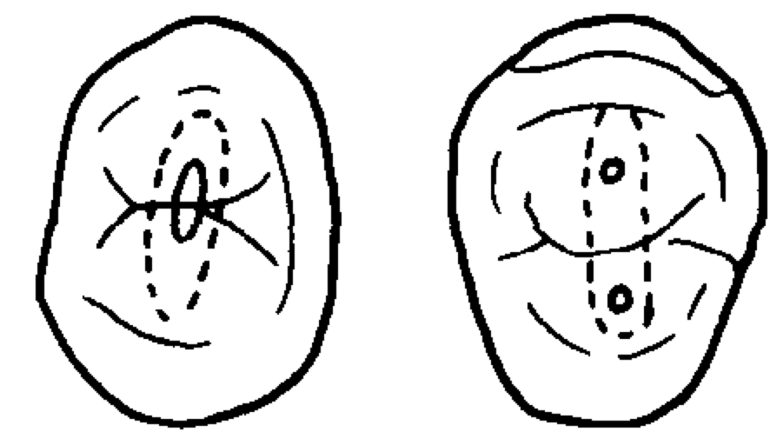
开髓的原则是必须根据髓腔的形态、位置，既充分暴露髓腔，有利于引流，又尽量保留健康的牙体组织，不同牙齿的开髓位置见图15-4。

（三）药物镇痛

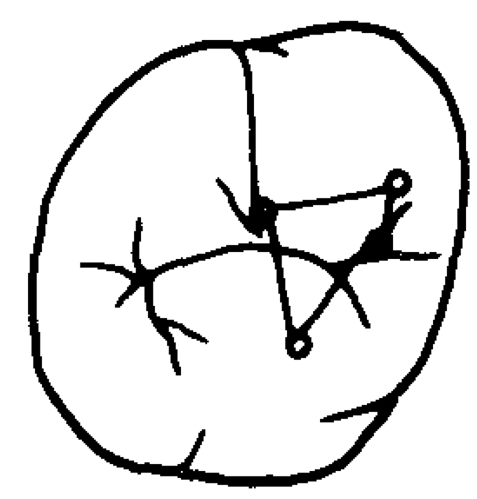
口服镇痛消炎药物作为应急处理的一部分有时是必需的。逆行性牙髓炎的病灶在根髓部分，一般急诊的治疗效果不佳，应考虑辅以口服药。对于部分无条件处理的情况，可于穿髓处放置有镇痛作用的药物起以一定的缓解作用。对于一些过于紧张的患者，给予一些适当的镇痛药，在药物本身的作用之外还可起到一定的镇痛效果。



前牙



前磨牙



磨牙

图 15-4 不同牙齿的开髓位置

（四）拔除患牙

对于无保留价值而又呈急性病变的患牙，急诊拔除加上有效的抗生素控制也可有效的解除患者的痛苦。

二、保髓治疗

对无明显自发痛、刺激痛不明显，去除腐质未穿孔，可做间接保髓治疗。去除腐质有穿髓孔，但孔极小且组织敏感，周围是健康牙本质，有少量可控制出血时可用直接盖髓术。必须指出的是，保髓治疗的关键是去除感染和防止再感染，故暂封应严密。治疗后应严密观察患牙的情况，一旦出现自发痛或刺激延迟必须及时进行拔髓治疗。间接盖髓后修复性牙本质在 1 个月内形成速度最快，并可持续至 1 年，最多可形成厚度达 390μm 的修复性牙本质。故严格选择适应证加上仔细正确的操作，以保存牙髓活力。

（一）无菌技术

在保存活髓的治疗中，无菌环境是保证即治疗效果的关键。应注意术区、术者、手术器械的无菌，有条件者推荐使用橡皮障和吸唾器。

（二）无痛技术

可适当给以麻醉药物，减少磨牙时疼痛，但此类治疗应注意避免使用含血管收缩剂的局麻药，因其可造成炎性物质堆积在牙髓组织中得不到有效的清除，对牙髓造成伤害。

（三）盖髓术

1. 盖髓剂的选择　理想的盖髓剂能刺激成牙本质细胞形成修复性牙本质，防止外界刺激，并具有良好的生物相容性，具有较强持久的杀菌效果，疗效稳定，易于操作，但目前尚无符合以上所有要求的理想盖髓剂。现常用的为 $Ca(OH)_2$ 类制剂，是依赖 $Ca(OH)_2$ 的强碱性，对细菌胞膜及蛋白质结构产生破坏作用，还可水解脂多糖的类脂部分，诱导修复性牙本质的形成，所含的高浓度的钙离子能增强钙依赖的焦磷酸酶活性，后者能分解矿化抑制剂磷酸盐维持矿化，但钙制剂缺乏消炎作用。磷酸钙类复合物 TCP、生物制剂 BMP、加入了抗生素及皮质激素的盖髓剂也被用于临床，但效果均有不

理想之处。

2. 操作步骤　间接盖髓术　常规隔湿、消毒后，用无菌器械逐步去除龋坏牙本质，由周围向中心进行，近髓角处可不必去尽，清洁窝洞，将盖髓剂置于近髓处，暂封。观察 1~2 周后若无症状则可永久性充填。

直接盖髓术　基本操作同前，但必须去尽龋坏组织，注意不要污染穿髓孔处，勿向穿髓孔处加压，在控制出血后再放盖髓剂。观察 1~3 个月再作进一步的处理（图 15-5）。

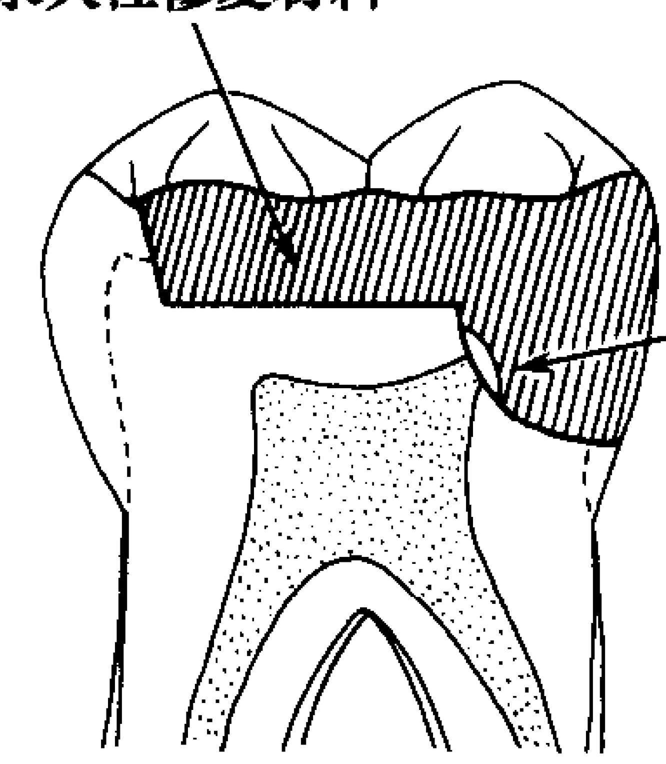
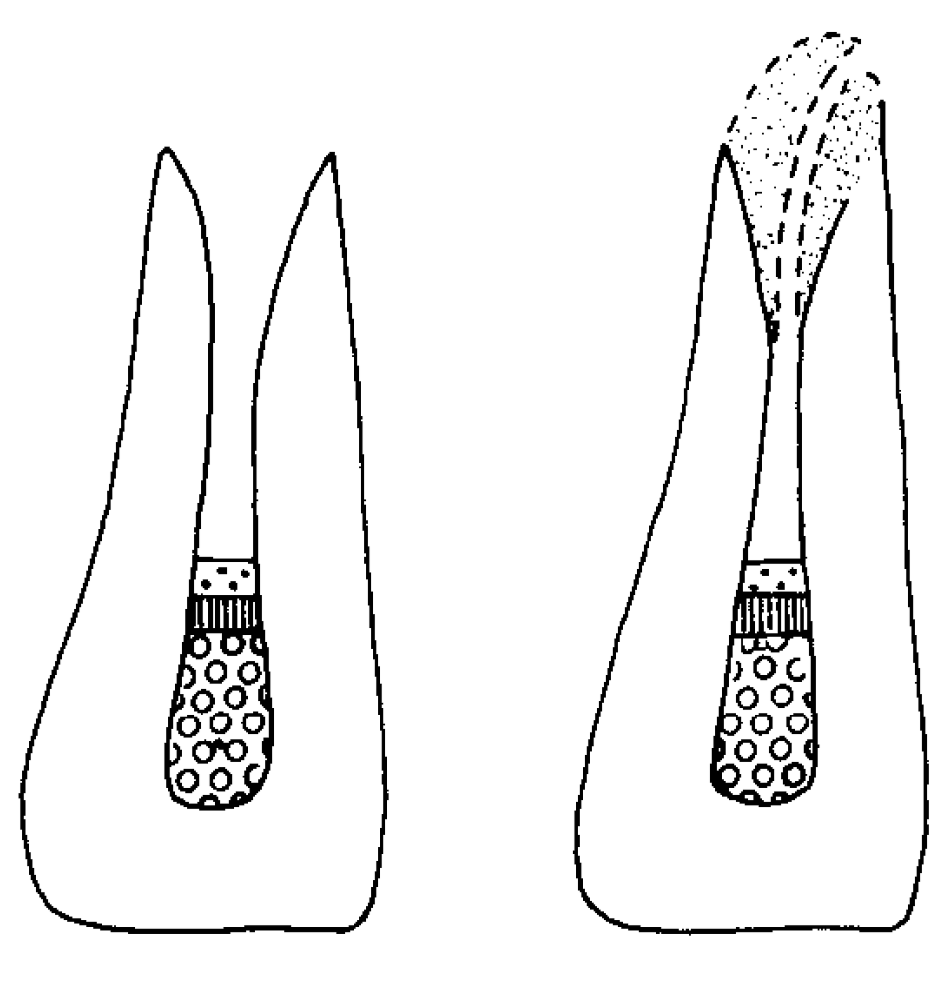


图 15-5　直接盖髓术

保髓治疗应严格掌握适应证，治疗过程中应保护好穿髓孔不被污染，去尽侧壁上的龋坏牙本质和无基釉，严密暂封，并随访观察患者术后反应。

（四）牙髓切断术

牙髓切断术是去除有局限性炎症的冠髓，用药物处理根髓断面，使其保持活力，防止根髓感染，促进未发育完成的根尖孔的继续发育，以维持患牙的正常生理功能（图 15-6）。可用盖髓药物保存根髓的活性，也可用甲醛甲酚（FC）或戊二醛处理牙髓创面并覆盖其糊剂，保持根尖部分牙髓的活力（图 15-7）。牙髓切断术的治疗应在无痛、无菌和严密隔湿下进行。牙髓切断术多用于牙根未发育完成、伴有早期牙髓炎的年轻恒牙。


图 15-6　牙髓切断术的目的

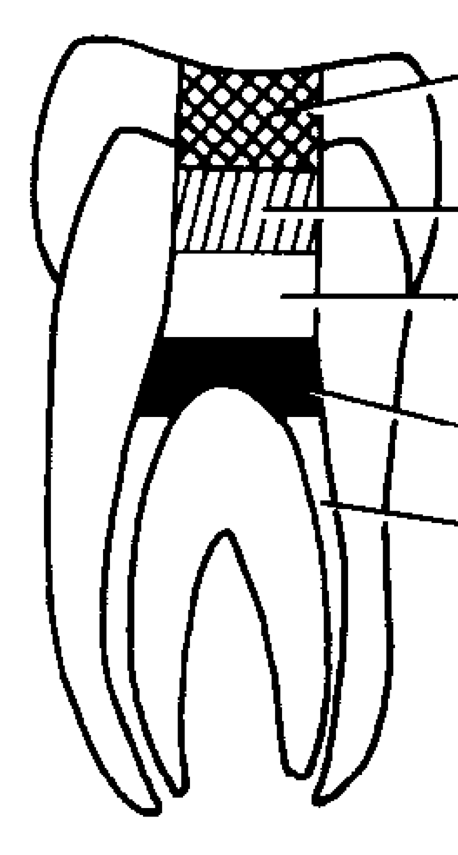


图 15-7　牙髓切断术

三、保 存 患 牙

当不能保存牙髓活力时，可进行保存患牙的治疗，方法主要有根管治疗、变异干髓术、塑化疗法等，详见第十六章。

第十六章 根尖周围组织疾病

根尖周围组织疾病（periapical diseases）简称根尖周病，是发生在牙齿根尖周围组织的炎性疾病。根尖周病多是细菌感染性疾病，常由牙髓病发展而来，反之，根尖周组织发生病变时，也可影响牙髓组织。根尖周病实际上是机体对髓腔内刺激物质的免疫应答在根尖周组织的局部表现。在治疗上一般以去除根管内的刺激因子并严密充填根管为主，经有效治疗后的根尖周组织可以逐渐恢复到正常。

第一节 病 因

根尖周病的原因从病原刺激的性质看，有感染性和非感染性之分，后者包括物理、创伤和化学刺激；从机体对病原刺激的反应看主要为免疫因素；其中细菌感染和机体的免疫反应是导致根尖周病的主要因素。

一、细 菌 感 染

根尖周病和龋病、牙髓病一样，与微生物感染关系密切。在微生物中，细菌感染是引起根尖周病的主要致病因子。

（一）感染途径

临床上绝大多数根尖周病都继发于牙髓病。细菌通过牙体感染牙髓波及根尖周组织是最主要的感染途径。细菌也可通过牙周途径或邻牙的根尖周病变直接扩展或极少数通过血源的引菌作用到达根尖周组织。

1. 牙体感染　此通路最常见。龋病、磨损、牙折、楔状缺损、牙隐裂、𬌗创伤等是引起牙髓坏死的主要原因，牙髓坏死的根管可成为一个感染根管，根管内的细菌及代谢产物可通过根尖孔或侧支根管扩散至根尖周围组织，引起根尖周病变。

2. 牙周感染　牙周病的患病率和严重性随着年龄增高而增加，老年患者经此途径感染的也较多见。在牙周病时，深牙周袋中的细菌可以直接感染根尖周组织，或经根尖孔或侧支根管副根管进入牙髓，导致继发于牙周感染后的根尖周病变。

3. 血源感染　感染通过血循环进入根尖周围组织，引起感染，临床上比较少见。

（二）根尖周感染的细菌种类

根尖周病是混合菌感染，以厌氧菌尤其是专性厌氧菌为主，其次还有兼性厌氧菌和需氧菌。口腔内的厌氧菌种类很多，它们在感染根管内的检出率各不相同，研究表明卟啉菌、普氏菌、梭杆菌、消化链球菌、放线菌、真菌等是感染根管中的优势菌属，培养中最常见的是产黑色素类杆菌群中的中间普氏菌、牙龈卟啉单胞菌、牙髓卟啉菌。

根尖周感染是口腔常驻菌群引起的内源性感染，局部微生态失衡导致细菌组成比改变，一些细菌增殖更快或毒力更大，成为优势菌群而致病。

（三）细菌与根尖周病临床症状的关系

有学者对不同病损及临床症状根尖周病的细菌进行了长期深入的研究，发现厌氧菌菌属、种的分布与根尖周病的临床症状有明显关系。普氏菌、卟啉菌、梭杆菌、真菌和消化链球菌等与根尖部肿胀、叩痛、瘘道形成有关，其中特别是产黑色素类杆菌群中的中间普氏菌、牙龈卟啉菌、牙髓卟啉菌与根管内恶臭和急性症状关系密切；放线菌与顽固根尖周病和瘘道经久不愈等有关。需氧菌与厌氧菌及其不同菌属、种之间的协同作用参与了急性根尖周炎的发生。

（四）细菌致病的毒力因子及致病机制

感染根管内或根尖周组织中的细菌可产生多种有害物质，直接毒害组织细胞，或通过引发机体的防御反应导致组织损伤。这些物质主要是是毒素、各种酶、菌毛、荚膜和细菌分解代谢产物。

1. 内毒素　内毒素是G^-细菌的胞壁脂多糖，较细菌本身更具有渗透性。可在细菌死亡崩解时释放，也可由活菌以胞壁发泡的形式释放。它具有较强的细胞毒性作用和免疫原性作用，是强有力的致炎因子，可诱发炎症反应，导致局部组织肿胀、疼痛以及骨吸收。感染根管中的优势菌大多是G^-厌氧菌，所以内毒素在根尖周骨质破坏中起着很重要的作用。

2. 酶　根管内细菌产生的释放的透明质酸酶、胶原酶和硫酸软骨素酶可使组织崩解，溶血素可破坏血红细胞，杀白细胞素可破坏白细胞，蛋白酶和脱氧核糖酸酶可降解细胞蛋白质和DNA，链激酶和葡萄球菌酶均可溶解血凝块，凝固酶可保护细菌不被吞噬或不被抗体作用；抗调理素和阻止噬菌作用。由于各种侵袭性酶的破坏作用可导致组织的破坏和感染的扩散。

3. 菌毛和荚膜　细菌的菌毛有利于对宿主的附着，这是发挥其致病作用的重要条件。放线菌、产黑色素类杆菌等都有菌毛。此外，细菌的荚膜也是其重要的毒力因子，它在厌氧菌的自身防卫和宿主组织破坏中起着重要作用。口腔厌氧菌中的类杆菌、放线共生放线菌、奈瑟菌等都有荚膜。

4. 细菌分解及代谢产物　细菌生长过程中释放的分解及代谢产物，如氨、硫化氢、吲哚和有机酸等，能直接毒害细胞，导致组织损伤；或通过诱发机体免疫反应，间接造成组织损伤。

二、创伤因素

创伤因素包括急性创伤和慢性创伤。牙齿的急性创伤如跌伤、暴力撞击、咀嚼时突然咬到硬物等，根管治疗过程中器械超出根尖孔或根管充填时的超填也可直接刺伤根尖周组织引起急性根尖周炎。慢性创伤如创伤性咬𬌗、磨牙症等都可损伤根尖周组织引起病变。

三、化学因素

在治疗牙髓病和根尖周病的过程中，使用药物不当，刺激根尖周组织引起的根尖周

炎称为药物性或化学性根尖周炎。例如，砷剂在牙髓失活时封药时间过长，可引起药物性根尖周炎；在根管内放置腐蚀性药物如甲醛合剂或酚醛树脂液过多，特别是在治疗根尖孔较大的牙时，它们也能溢出根尖孔外引起根尖周炎。

四、免疫因素

坏死牙髓的分解产物和进入根尖周的细菌抗原性物质可诱发机体发生免疫反应，根尖周病就是机体对侵入髓腔内的抗原物质的免疫应答在根尖周组织的局部表现，根尖周病的发生、发展、转归与其局部免疫应答密切相关。

（一）抗原性物质

抗原对宿主来说是外来物质。不少研究已经证实，根管内的细菌及其代谢产物、毒素等是其主要的抗原物质，坏死牙髓及其分解产物和变性牙髓等也具有抗原性，甚至许多根管治疗药物如甲醛甲酚（FC）、三聚甲醛等作为半抗原，与组织内的蛋白质结合成为全抗原，也能引起根尖周组织的超敏反应。

（二）免疫细胞及细胞因子

根尖周组织中存在着大量的免疫细胞。当根尖周组织受到根管内抗原性物质刺激后，根尖周组织中的巨噬细胞捕获处理抗原物质，并将相关抗原信息传递给T细胞，使T细胞在抗原刺激下分化、增殖，活化的T淋巴细胞及其亚群产生的释放一系列具有生物活性的淋巴因子，吸收大量巨噬细胞、中性粒细胞吞噬、消除抗原物质，释放溶酶体酶，损伤组织细胞，导致组织坏死。研究报道，在慢性根尖周炎中T细胞更多，T_H与慢性根尖周炎的早期病变有关，而T_S与根尖周病的晚期病变有关。T细参与根尖周病的细胞免疫。根尖周组织中的B淋巴细胞可分化成浆细胞，产生各种免疫球蛋白如IgG、IgM、IgA、IgE，参与体液免疫反应。肥大细胞在抗原刺激下可脱颗粒，释放组胺、5-羟色胺等化学介质，从而导致尖周炎症及损伤。根尖周组织中免疫球蛋白、补体C_3和免疫复合物的存在，提示根尖周炎的形成可能与四种类型的变态反应都有关系，并初步认为Ⅳ型变态反应在慢性根尖肉芽肿中起着重要作用，而急性根尖周炎可能与体液性抗体介导的Ⅰ~Ⅲ型变态反应关系更为密切。

此外，感染的根尖周组织中还存在着大量的细胞因子，他们在免疫应答中对细胞生长、分化、相互作用有着重要作用。IL-1和TNF在感染的根尖周组织中的生物学作用已被证实。不少资料表明，IL-1是最重要的炎性介质，可使血管通透性增加，加重炎症反应，同时，可趋化中性粒细胞聚集，激活破骨细胞，促进骨吸收。TNF是另一种免疫反应和炎症反应的内源性调节因子，可加剧炎症反应，促进吸收，抑制骨形成。

（三）免疫反应

根尖周病实际上是机体对髓腔内刺激物质的免疫应答在根尖周组织的局部表现。研究证实根尖周病变的发生、发展、转归都是细菌的感染和宿主的抗感染两方面斗争的结果。老年根尖周病患者机体的免疫功能一般较正常成年人低下，感染根管内的抗原刺激能够较长时间作用于根尖周组织。研究表明，根尖周病损区有大量的淋巴细胞，其中T细胞多于B细胞，而T细胞产生的细胞因子可导致骨吸收破坏。

第二节　分类及临床表现

根尖周病可分为急性根尖周炎和慢性根尖周炎。

一、急性根尖周炎

急性根尖周炎多由于牙髓感染与机体抵抗力降低而致，可分为两种类型，即急性浆液性根尖周炎和急性化脓性根尖周炎。

（一）急性浆液性根尖周炎

急性浆液性根尖周炎的早期，根尖部牙周膜呈急性炎症反应，牙周膜充血，血管扩张，血浆渗出引起组织水肿。根尖区牙骨质及牙槽骨无明显改变。

急性浆液性根尖周炎最初表现为轻微的钝痛，患牙伸长；若将患牙咬紧片刻后，则疼痛可以暂时缓解，这是因为根尖周牙周膜有较轻的充血、水肿所致，将患牙咬紧，咬殆加于根尖部的力量使该处炎症所产生的压力向侧方分散。如炎症继续发展，根尖周处的炎症反应加重，则出现因咬殆痛而不敢咬牙的症状。此时咬紧牙齿不但疼痛不能缓解，而是使疼痛加重，因为根尖周牙周膜有更重的充血、水肿，根尖周间隙的压力已很大，咬殆力量不但不能使炎症反应所产生的压力分散，反而加重了这种压力，使疼痛加重。疼痛的性质由原来的钝痛转为持续性自发痛，疼痛的部位较局限，患者能明确指出患牙；检查时，叩痛明显；牙髓多已坏死，或大部牙髓坏死，只残留近根尖孔处的少量牙髓，因而牙髓电测试无反应或反应极弱。

浆液性炎症过程持续时间不久，当细菌毒力强，身体抵抗力弱，局部引流不畅时，很快可发展为化脓性炎症；当细菌毒力强，组织抵抗力强，炎症渗出得到引流，则可转为慢性根尖周炎。

（二）急性化脓性根尖周炎

急性化脓性根尖周炎，又称急性牙槽脓肿，多由急性浆液性根尖周炎发展而来，也可由慢性根尖周炎转化而来。为一般化脓性变化，根尖部牙周膜渗出物增多，白细胞液化所形成的脓性渗出物。由于渗出物不断增加，破坏了牙周膜纤维，根尖部骨质亦有小范围坏死。白细胞坏死溶解，形成脓液。脓液积聚增多，常沿阻力量小的部位排脓，排脓途径有以下几种：

1. 通过根管从龋洞排脓　若牙周组织破坏较少，根尖孔粗大，龋洞开放的情况下，脓液易由此通路排出。这种情况对根尖周组织的损害最小，因此，在急性根尖脓肿时，应尽快开髓，有利于根尖周脓液经龋洞排除。

2. 脓液沿牙周间隙由牙龈沟排脓　多见于患牙同时并发牙周损害者，根尖脓液经牙周袋通路排脓。这种排脓途径可造成牙周膜纤维破坏，牙齿松动，最终导致牙齿脱落，预后较差。龈沟排脓者，还常见于儿童乳牙或新生恒牙。

3. 通过牙槽骨壁在粘膜或皮下排脓　根尖周脓液往往沿骨质薄弱的部位排出（图16-1）。

由于唇、颊侧骨壁菲薄，因此，脓液多穿破骨的外侧壁，在牙根的唇、颊侧形成脓肿。在这种情况下，脓液的排出过程可分为急性根尖脓肿、骨膜下脓肿和粘膜下或皮下

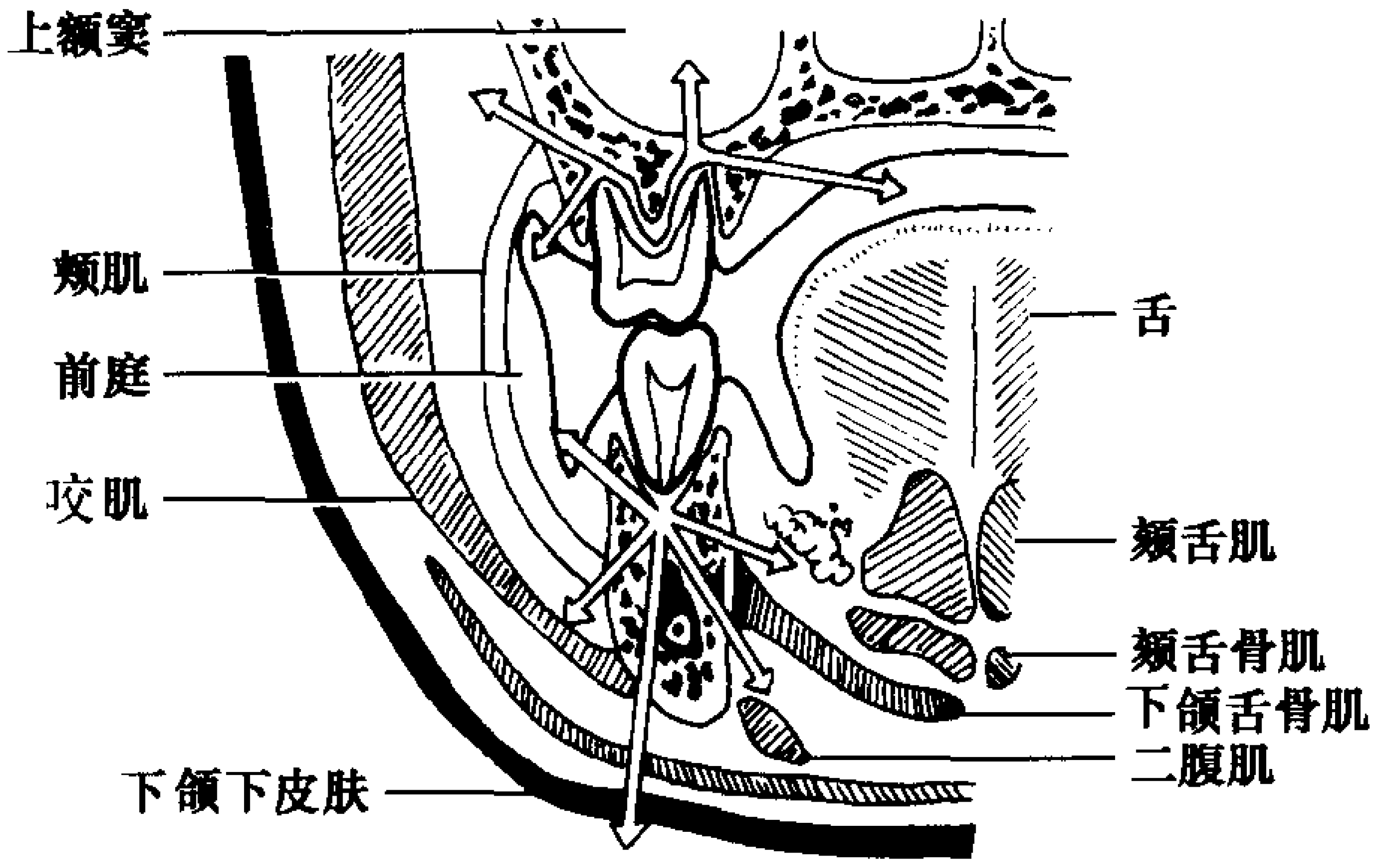


图 16-1　根尖周炎排脓途径

脓肿（图 16-2）。

三个阶段患者感到有搏动性疼痛，牙齿松动、叩痛、浮起感均较初期阶段更明显。牙龈可出现肿胀、压痛，局部淋巴结肿大，有压痛，并且出现全身疲乏无力、体温升高等症状。

1. 根尖脓肿　脓液局限在根尖部。临床表现，为自发性、持续性跳痛，与和血管搏动一致，疼痛较剧。咬殆时先接触对颌牙，引起剧痛，影响进食。唇、颊侧根尖部龈粘膜发红、压痛，但不肿胀。牙齿可有轻度松动，叩、触诊时疼痛明显。



图 16-2　根尖周炎的发展过程

2. 骨膜下脓肿　炎症迅速向牙槽骨扩散，脓液经骨髓腔并穿透致骨板停留在骨膜下。因骨膜致密、张力大，疼痛可达最高峰。牙龈肿胀较前阶段明显，根尖区移行皱襞变平，牙齿松动、触痛，晚期可触到深部有波动感。病区面颊部软组织呈反应性肿胀，如上切牙可引起上唇肿胀，上颌后牙可引起同侧面颊上方肿胀，下眼睑浮肿，如病变在腭侧根，则肿胀可以发生在腭部；下颌切牙可引起下唇及颏部肿胀；下颌后牙则能引起颊部下方及颌下部的肿胀等。

3. 粘膜下脓肿　脓液穿透骨膜达软组织内，形成粘膜下脓肿。此时脓液已进入松软的组织中，内压比在骨膜下大大降低，疼痛明显减轻。脓液趋于表面，根尖部牙龈肿胀更加明显，呈半圆形隆起，有波动感，脓肿表浅，且易溃破。脓肿溃破后，脓液自行排除，症状逐渐缓解，而转化为慢性根尖周炎。

二、慢性根尖周炎

慢性根尖周炎多无明显的自觉症状，有时可以感到咀嚼时患牙疼痛。在身体抵抗力减低时，慢性根尖周炎又可转化为急性根尖周炎，又称慢性根尖周炎急性发作，慢性根

尖周炎多有反复疼痛、肿胀的病史。

由于根管内存在着感染及其他病源刺激物，根尖孔处的牙周膜有慢性炎症反应。根尖部围绕根尖孔处的牙周膜产生了炎症肉芽组织。肉芽组织周围分化出破骨细胞，造成牙槽骨的吸收；肉芽组织内有大量的炎症细胞浸润，成纤维细胞增多。这种反应也可以看作是机体对抗疾病的防御性反应，它可以吞食侵入根尖周组织内的细菌和毒素，成纤维细胞也可以增殖为纤维组织，防止及限制感染扩散到机体的深部，但这种反应不能达到根管内彻底消灭病源刺激物。这种慢性炎症情况可以持续很久，当身体抵抗力较强，或病源刺激物的毒力较弱时，肉芽组织内的纤维成分增多，并可在周围形成纤维被膜，牙槽骨的吸收也暂时停止，甚至可以产生成骨细胞，破坏了的骨质又有所修复，病变区域也相应缩小；当机体抵抗力减弱，或病源刺激物毒力加大时，则肉芽组织中的纤维成分减少，炎症成分增多，产生较多的破骨细胞，造成更大范围的骨质破坏，骨质破坏的地方，均为炎症肉芽组织所代替。由于炎症肉芽组织体积增大，由血循环供给的营养很难达中心部，因此，近根尖孔处的细胞坏死、液化，形成脓腔。如果牙周间隙内有发育期留下的上皮剩余，即未分化的上皮细胞存在，经慢性炎症的刺激，这些上皮细胞可以增生为上皮团块或上皮条索。较大的上皮团中心由于缺乏营养，发生退变、坏死及液化，而形成囊肿。

慢性根尖周炎的主要病理变化，是炎症肉芽的形成及牙槽骨的破坏，一旦根管中的病源刺激物得到消除，炎症肉芽组织就会发生变化，纤维成分代替炎症成分，破坏了的牙槽骨有可能重新修复。因此，治疗慢性根尖周炎的主要原则，是消除病源刺激物。

根据病变的性质不同，慢性根尖周炎可以分为：

（一）根尖肉芽肿

根尖肉芽肿是根尖周组织受到缓和的感染刺激而产生的一团炎症肉芽组织。接近根尖孔处有坏死区，其周围则有炎症细胞浸润，周围骨质吸收并由肉芽组织所代替。肉芽组织的周围常有纤维被膜，被膜与牙周膜相连接。肉芽肿可以发生在根尖，也可以在根侧根分歧间。

患者一般无自发性痛，仅觉咀嚼不适，咬殆无力，叩诊时有异样感，有些病例还有患牙微伸长的感觉。牙髓多已坏死分解，牙齿变色，极少的病例牙髓尚有活力，而呈现慢性牙髓炎症状。肉芽肿活动期，感染扩散、骨质破坏较多时，根尖部有压痛，机体抵抗力下降时，可出现叩痛和咬殆痛。

（二）慢性根尖脓肿

又称慢性牙槽脓肿，当根尖肉芽肿中心部分的细胞坏死，液化，形成脓液。脓肿中主要是多形核白细胞，慢性牙槽脓肿可以由急性牙槽脓肿转化而来。当急性症状消失后，根尖部存留的脓液被周围的纤维结缔组织所包围，因而和肉芽肿中心液化所形成的脓肿相同。慢性牙槽脓肿可以分为有瘘型与无瘘型。有瘘型瘘管与口腔粘膜或皮肤表面通连；瘘管口开于皮肤表面的，称为皮肤瘘。瘘管可能是急性牙槽脓肿自溃或切切开后遗留的，也可能是根尖部的脓液，逐渐蚀破骨壁和软组织而形成的。瘘管管壁为上皮组织，上皮下层的结缔组织中有极多的炎症细胞浸润。

慢性牙槽脓肿的患者多无自觉症状，有瘘型可以牙龈表面发现瘘管口，瘘管开口常

常呈粟粒大的肉芽组织状，大多数位于患牙根尖部的唇、舌侧；但也有开口于腭、舌侧者；或偶有开口于远离患牙根尖部的地方，这种情况应认真检查，找出瘘管与患牙的关系，避免将瘘管口附近的健牙误认为是患牙。有瘘型脓液可从瘘管引流，不易引起急性发作，无瘘型在身体抵抗力减低时，易转为急性脓肿。

（三）根尖囊肿

根尖囊肿可以由根尖肉芽肿或慢性牙槽脓肿发展而来。在根尖肉芽肿内的上皮增生，形成上皮团块，上皮团中央得不到来自结缔组织的营养，发生变性、坏死、液化，形成小囊腔，囊腔逐渐扩大成较大的囊肿。

囊肿分为囊壁和囊腔，囊壁由内外两层组成，内层为上皮衬里，外层为结缔组织。囊壁中常有炎症细胞浸润，囊腔内含囊液，囊液呈黄褐色。将囊液置玻片上镜下观察，可见大量长方形常缺一角的胆固醇结晶，是由上皮细胞变性分解而成的（图 16–3）。

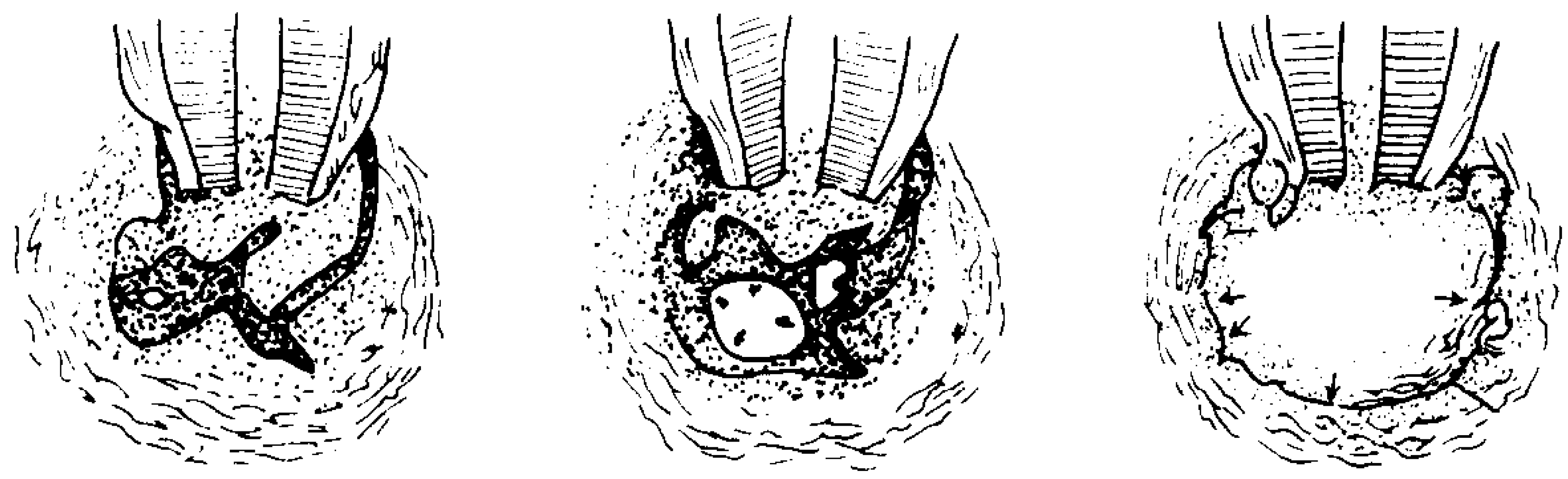


图 16–3　由上皮性根尖肉芽肿发展为根尖囊肿

根尖囊肿生长缓慢，一般多为死髓牙，无自觉症状。小的囊肿与根尖肉芽肿不易区分，只有在囊肿显著增大时，或通过 X 线检查才被发现。囊肿可从豌豆大发展到鸡蛋大，龈粘膜呈半圆形隆起、用手指扪之有乒乓球感，富有弹性，说明在囊肿外壁有一层极薄的骨板存在。囊肿过度增大时，周围骨质吸收，还可压迫邻牙，使被压迫的牙根发生吸收现象，严重时可使邻牙移位。

第三节　根尖周病的诊断

根尖周病的诊断可临床表现，临床检查及 X 线检查做出判断。

一、急性根尖周炎的诊断

急性浆液性根尖周炎临床过程较短，主要症状是患牙咬合痛。一般在初期无自发痛或只有轻微的钝痛，患牙的根尖部有不适、发胀和浮出的感觉，咬合时患牙与对颌牙早接触。但在初期用力紧咬患牙疼痛可暂时减轻，随着病变的发展，患牙乳出和伸长感逐渐加重，咬合时反而加重疼痛。因此，患者常不愿咬合，影响进食。随着根尖部炎性渗出物的增加及炎性介质的释放，牙周膜内的神经受到刺激，引起自发性、持续性、局限性疼痛，不放射到邻牙或对颌牙上，患者能明确指出患牙。口腔检查可见患牙有龋坏等牙体硬组织疾患或深牙周袋，牙齿变色和失去光泽，温度测试和电测试均无反应，叩诊会引起剧烈疼痛，扪压根尖相应部位的粘膜也有疼痛感。

根据患牙不敢咬合、叩痛明显和结合患牙的牙髓病史及殆创伤史不难作出诊断。

急性化脓性根尖周炎由急性浆液性根尖周炎发展而来，但多由慢性根尖周炎急性发作引起。表现为根尖区持续性、搏动性剧烈疼痛，患者自觉牙明显伸长，不敢咬合，轻微触及患牙也会引起疼痛，也可伴有乏力、虚脱、发热等全身症状。口腔检查可见患牙多已变色，叩痛极为明显。根尖区附近的软组织红肿，扪压痛，相关淋巴结肿大、压痛，患牙松动。原发性急性根尖周炎的X线检查见根尖部无明显改变或仅有牙周膜间隙的增宽，若为慢性根尖周炎急性发作而来者，则可见根尖部有牙槽骨破坏的透射影像。

二、慢性根尖周炎的诊断

慢性根尖周炎患者一般无明显自觉疼痛症状，常因牙龈起脓包长期反复溢脓来就诊。有的患牙有时有咀嚼乏力或不适感，除慢性根尖周致密性骨炎外，临床上一般可追问出患牙有牙髓病史、反复肿胀或牙髓治疗史。

口腔检查患牙多有严重牙体缺损或隐裂，牙齿多变色和失去光泽，温度测试和电测试均无反应；叩诊一般不痛，有时有异样感或轻微叩痛。无瘘型慢性根尖周脓肿在临床上很难与根尖周肉芽区别。有瘘型者可在患牙根尖部的唇、颊侧或腭、舌侧牙龈表面发现瘘道口，也有开口于皮肤者称作皮瘘。慢性根尖周在囊肿发展较大时，可见根尖部相应的软组织缺损，表面不发红，扪压时富于弹性，有乒乓球感。

不同病变类型的慢性根尖周炎其X线表现有所不同：根尖周肉芽肿表现为根尖部有圆形、直径一般小于1cm、边界较清楚的透射影像，周边骨质正常或稍显致密。慢性根尖周脓肿形状不规则，透射区边界模糊，周围骨质疏松呈云雾状。较小的根尖周囊肿在X线片上与根尖肉芽肿不易区别，应结合临床表现加以分析，例如在根管内发现有较稀薄而透明的渗出液时，应疑为渗入到根管内的囊液，若置显微镜下观察到胆固醇结晶，则可证实为根尖周囊肿；较大的根尖周囊肿在X线片上可见患牙根尖有较大的圆形透射区，典型的表现是透射区有边界清楚的骨白线围绕；大型根尖周囊肿应注意与颌骨囊肿和成釉细胞瘤相鉴别。慢性致密性骨炎在X线照片上表现为根尖部局限性的骨质致密不透射影像，骨小梁的组织结构与正常骨差别很少。

第四节　根尖周病的治疗

根尖周病治疗目的是减少疼痛，消除炎症，保存患牙。

一、治疗前的准备

（一）了解病史

医生在对患者进行治疗前应对患者的口腔局部情况及全身情况健康状况有较全面的了解。在了解患者主诉及相关问题，还应与患者耐心交流，详细了解所涉及牙齿的牙科治疗史，是否患有糖尿病、高血压、心脏病等全身系统疾病，患者可能并没意识到这些疾病与牙病的关系，往往不主动提及这些病史，这给牙病治疗带来了隐患。此外还应注意药物的过敏史和毒副作用。

（二）临床检查

注意有无龋齿，牙体硬组织缺损，㧟面不均匀的过度磨耗等牙龈及牙周状况，牙龈萎缩引起水平性食物嵌塞，牙间隙不易清洁，食物残渣及软垢的滞留使邻面的根面龋发生率增高；牙周病发病率的增高也大大地增加了根尖周病的发病率，牙龈瘘管与牙周或根尖的关系是临床上需仔细弄清楚的问题，因为这涉及是否需要作牙髓牙周联合治疗；主诉部位常有多个牙体或牙周的问题，在临床上需仔细检查，正确找出主诉牙位。

（三）制定治疗方案

在制定治疗方案前，首先应对患牙的状况有全面的了解，确定患牙是进行彻底的根管治疗还是姑息治疗。在治疗前应考虑患牙牙周状况是否良好、牙体缺损是否过大、根管是否通畅、所处的位置能否进行根管治疗等问题。另外一个重要的问题就是详细告诉患者治疗的方法，尊重患者的选择。

二、治 疗 原 则

（一）解除疼痛

急性根尖周炎所引起的剧烈疼痛令患者十分痛苦，因此，顾及患者的全身情况，竭尽全力进行治疗或采取应急措施，及时缓解疼痛，消除炎症是十分必要的。

（二）保存患牙

经过治疗的死髓牙可以长期停留于牙槽骨中行使咀嚼功能。发生根尖周炎的患牙大多有严重的牙体缺损或牙周病，可能许多是残冠或残根，只要牙齿不松动，牙根条件较好，就应积极去除病因，尽量保存患牙，以维持牙列的完整，恢复或部分恢复牙的咀嚼功能。同时应注意后期牙体缺损的保护。

三、应 急 处 理

根尖周急性炎症期的处理，主要是缓解疼痛及消除肿胀，开髓引流或切开排脓时应注意尽量减少人为因素给患者带来的痛苦。

（一）开放髓腔

急性浆液性根尖周炎和根尖脓肿阶段，应尽量设法从根管引流。开髓后，需拔除牙髓组织，使髓室与根管开放，有利于根尖渗出物和脓液排出，控制炎症局限，使其不再向根尖周组织发展。引流后压力减低，疼痛可迅速缓解。开髓时要注意用手指固定患牙，减少牙齿振动，动作要轻巧、迅速，尽可能少施加压力。根管开放并将腐败物质清除干净，暂不封闭窝洞，否则引流不畅，会加重病情。但应于窝洞口处放一消毒小棉球，以防止食物进入洞中，而加重感染和妨碍引流。

（二）脓肿切开

急性化脓性根尖周炎，即急性牙槽脓肿，应及时切开排脓。单纯开放根管不能达到引流目的，因脓液已不在根尖部，若已发展为骨膜下或粘膜下脓肿，则应尽早切开排脓，同时也要辅以开髓拔髓。

1. 切开指征　脓肿切开过早，可引起剧痛，出血较多；切开过晚，贻误病情。一般在发病后，自觉有搏动性疼痛，根尖区移行皱襞变平或有半圆形隆起，用手指扪触时有波动感，即可切开脓肿。

2. 切开方法　先行局部浸润麻醉，注射针尖切忌注入脓腔内，可在脓肿周围注射。

切口要够长，位于脓肿底部，深达骨膜下，方向一般是从后向前，以免切断神经和血管。必要时，用棉镊扩开脓肿后，放置橡皮引流条。如脓肿表浅已达粘膜下，则不需注射麻药，只用表面麻醉剂涂抹或直接用手术刀划破即可。

根据病情，合理选择抗生素的种类、用量等。使用抗生素时要注意药物过敏，给消炎药的同时还可适量服用镇痛剂。

超短波对消炎有良好效果。炎症早期脓肿未形成时，用超短波治疗消炎，多不需切开手术。小剂量超短波可使炎症消散，已近化脓者可促使炎症局限。超短波治疗使局部血管扩张充血，故在切开前、后 24 小时，不宜应用。

急性根尖周炎早期，可在患牙根尖区即龈颊沟移行处，作普鲁卡因加抗生素局部封闭，可收消炎镇痛之效。应注意药物过敏问题。

四、根管治疗术

根管治疗术（root canal therapy，RCT）是治疗牙髓坏死及根尖周病最有效的方法，通过清除根管内的病原刺激物质以消除对根尖周组织的不良刺激，进行适当消毒，严密充填根管，防止根尖周病变的发生或促进根尖周病变的愈合。根管治疗术是目前公认的治疗牙髓坏死及根尖周病最有效、最彻底的一种方法。

根管治疗的目的是将感染或坏死的牙髓组织全部去净，以达到消除感染源的目的，并有效防止感染扩散到根尖周区。感染物质除去后，需经过机械预备、药物消毒、最终严密封闭根管和根尖孔。只要彻底断绝感染来源，根尖周组织的病变是可以得到修复的。

（一）适应证

除可复性牙髓炎或新生恒牙可能保持活髓者外，各型牙髓炎、牙髓坏死、坏疽及各型根尖周炎都适用；但牙髓有活力且根尖周无病变者，应采用牙髓摘除术。

（二）根管预备

根管治疗术一般分为根管预备、根管消毒及根管充填三个步骤。这三个步骤是一个连续的过程，相互之间有一定的补偿作用，其中根管预备和根管充填尤为重要。

根管预备就是去除髓腔的刺激源，并将根管预备成特定的形状，便于根管充填。根管预备包括开髓拔髓、测量根管工作长度、根管清理及扩大成形，为根管充填创造良好条件，保证根管治疗的效果（图 16-4）。

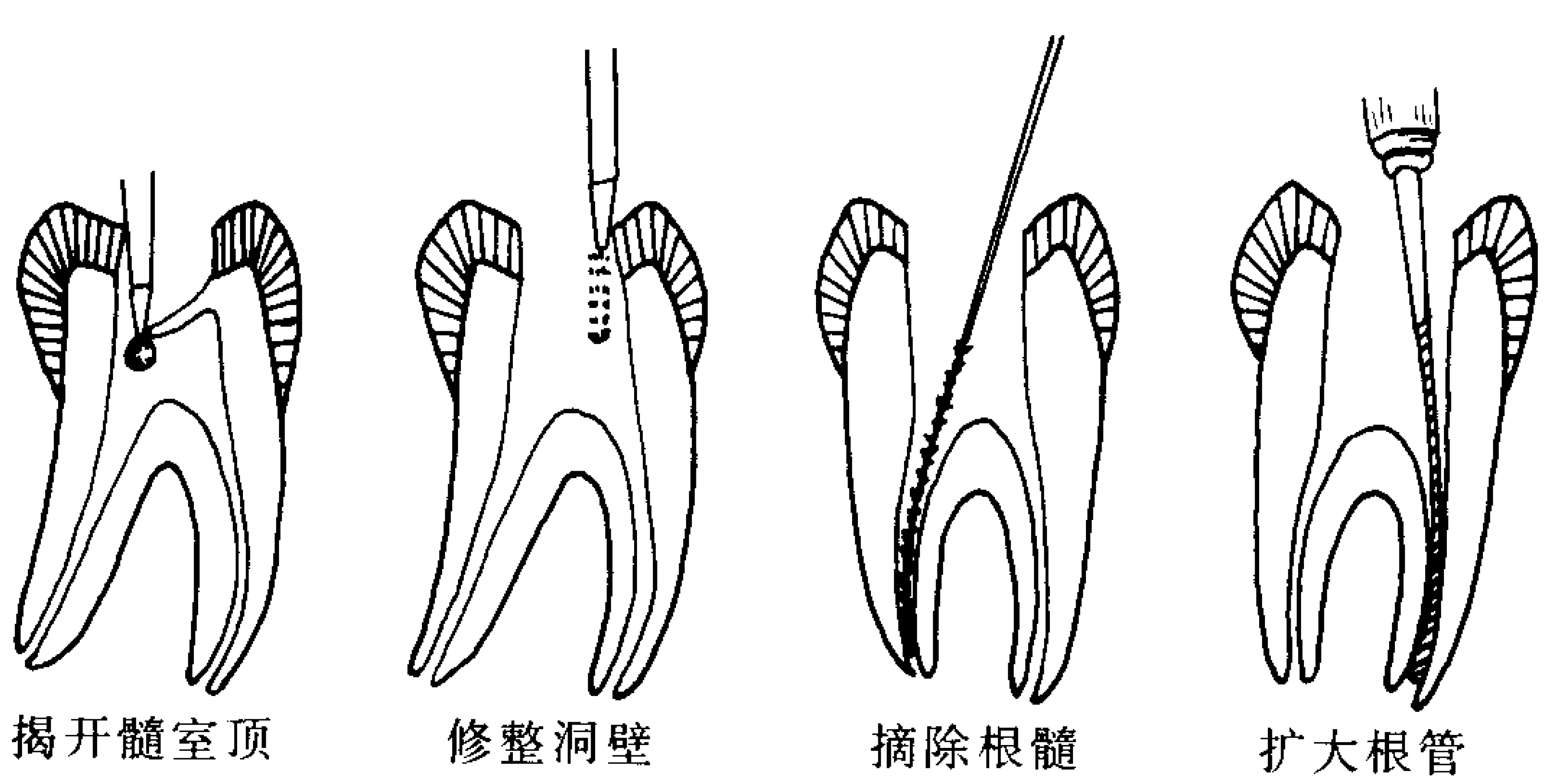


图 16-4　根管预备的步骤

1. 开髓拔髓　正确开髓并寻找到根管口对进一步根管治疗尤为重要。

正确开髓的基本要求是揭全髓室顶后根管器械能尽可能地循直线方向进入根管，开髓洞壁修整光滑，髓室壁无台阶形成。髓腔和根管变狭窄小不易寻找到根管口时，可借助根管内镜等辅助工具来帮助。

要尽快避免磨除过多健康的牙体组织，以免洞壁过薄导致牙冠折裂。磨牙应先除去冠髓，再拔根髓（图 16-5~图 16-12）。

活髓牙应在麻醉下或采用牙髓失活法去髓。活髓牙最好将牙髓完整拔出，如拔髓针进入不够深或牙根弯曲，牙髓易被拉断。一般拔髓针插入根管深约 2/3 处，轻轻旋转使根髓绕在拔髓针上，然后抽出。如果未能拔出完整根髓，则需要反复拔髓，务必拔净。

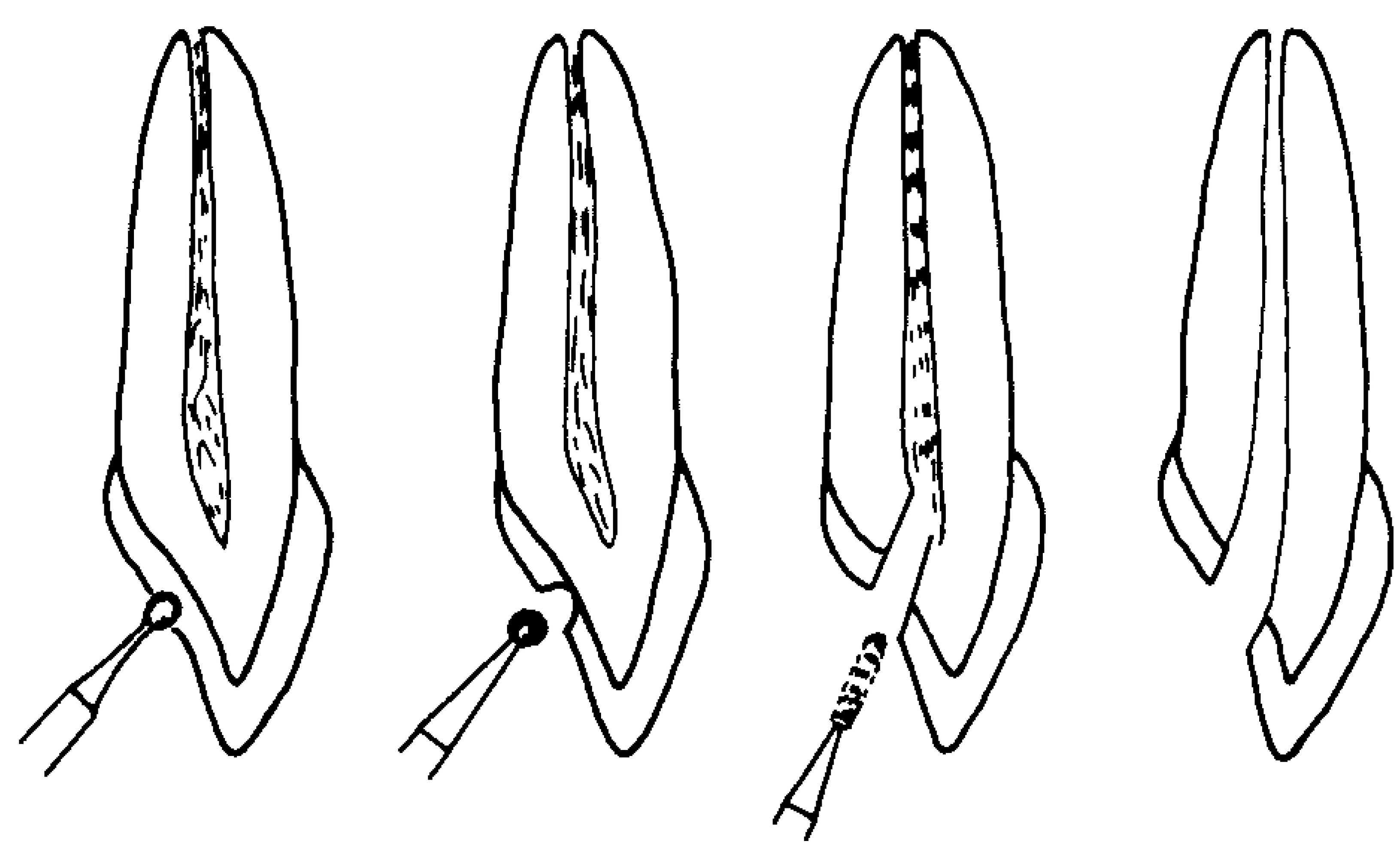


图 16-5　根管治疗的前牙开髓法

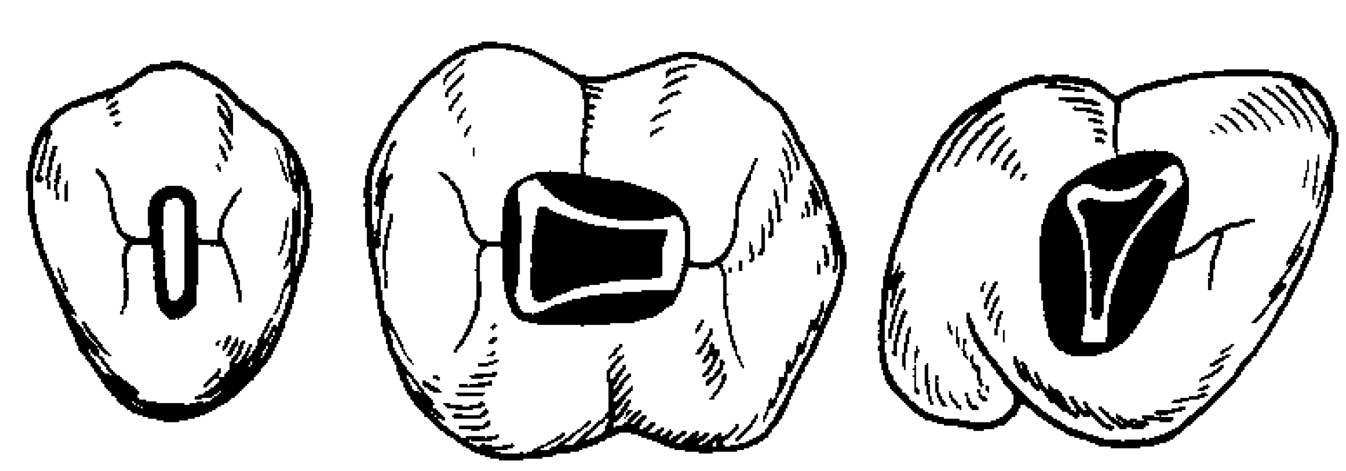
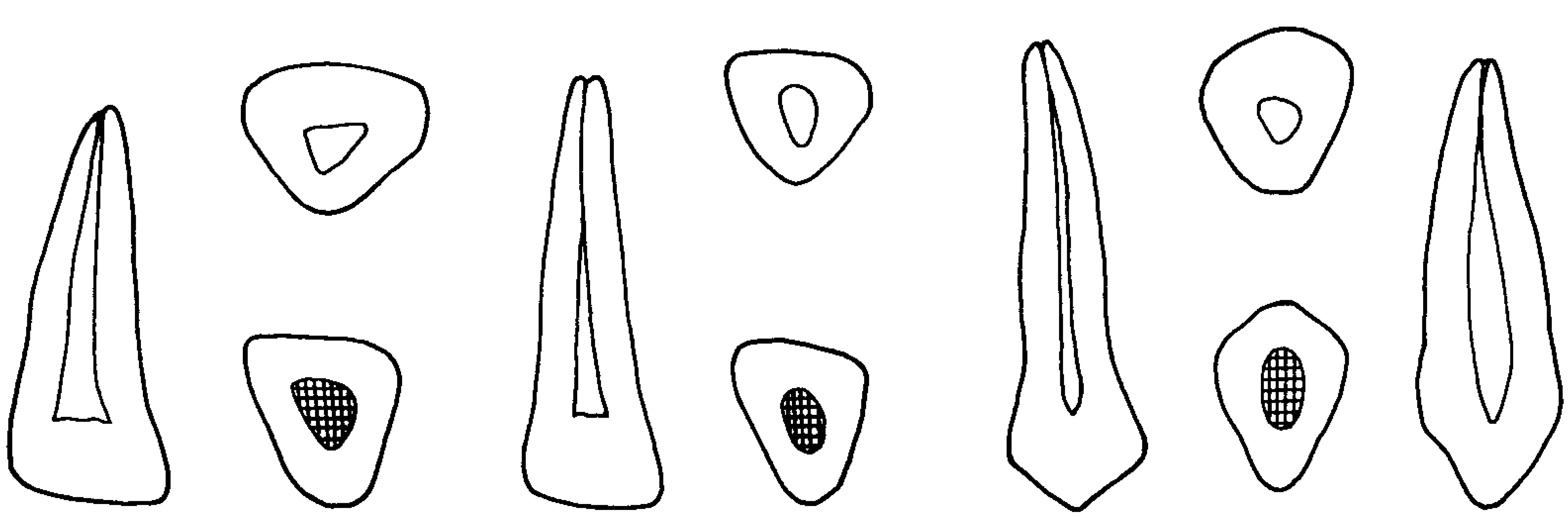


图 16-6　根管治疗的后牙开髓法
黑色范围示开髓后的外形，白色示根管口及其连线



上颌中切牙　　上颌侧切牙　　上颌尖牙

图 16-7　上颌前牙髓腔形态及开髓洞形

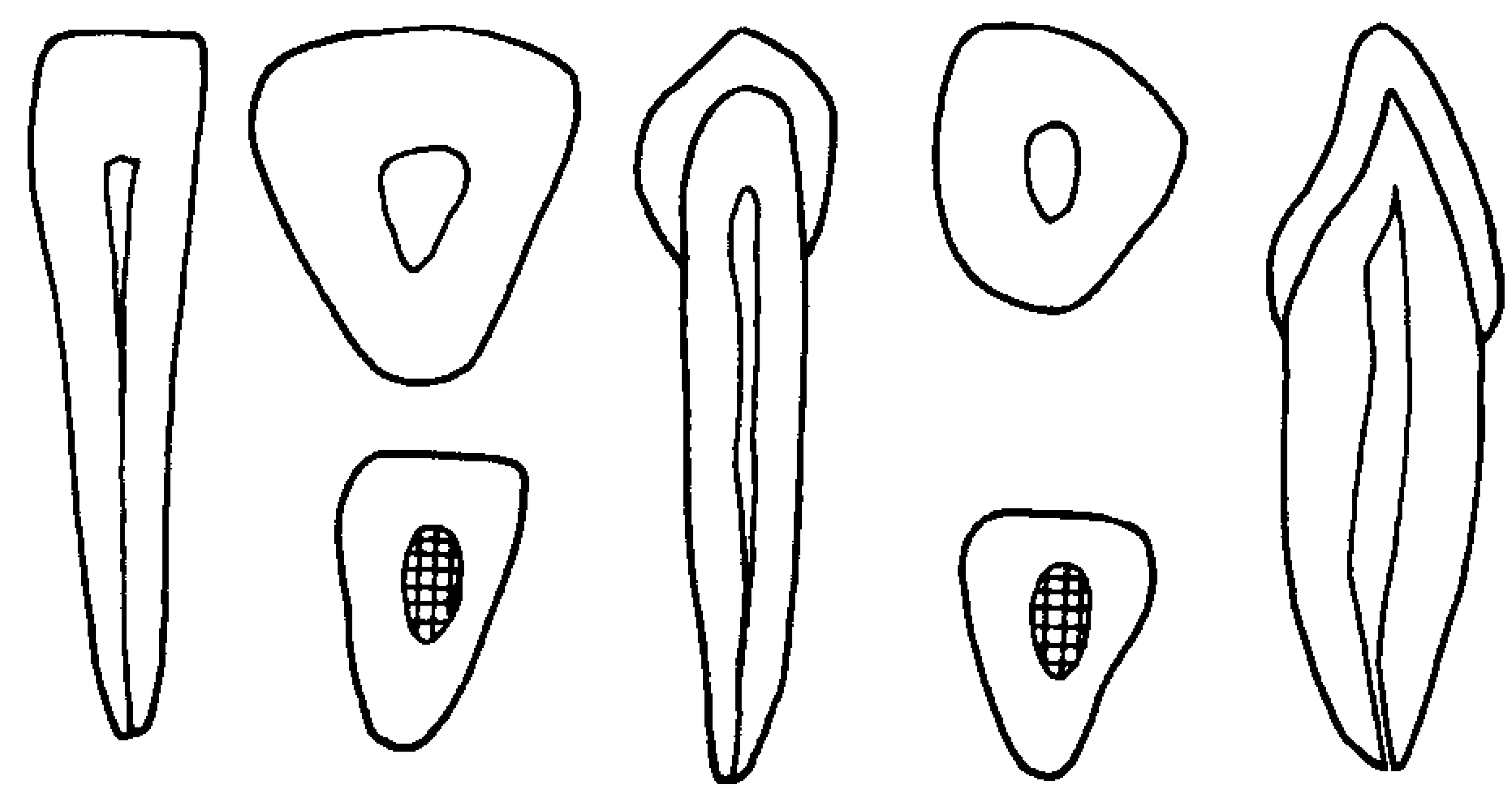


图 16-8　下颌前牙髓腔形态及开髓洞形

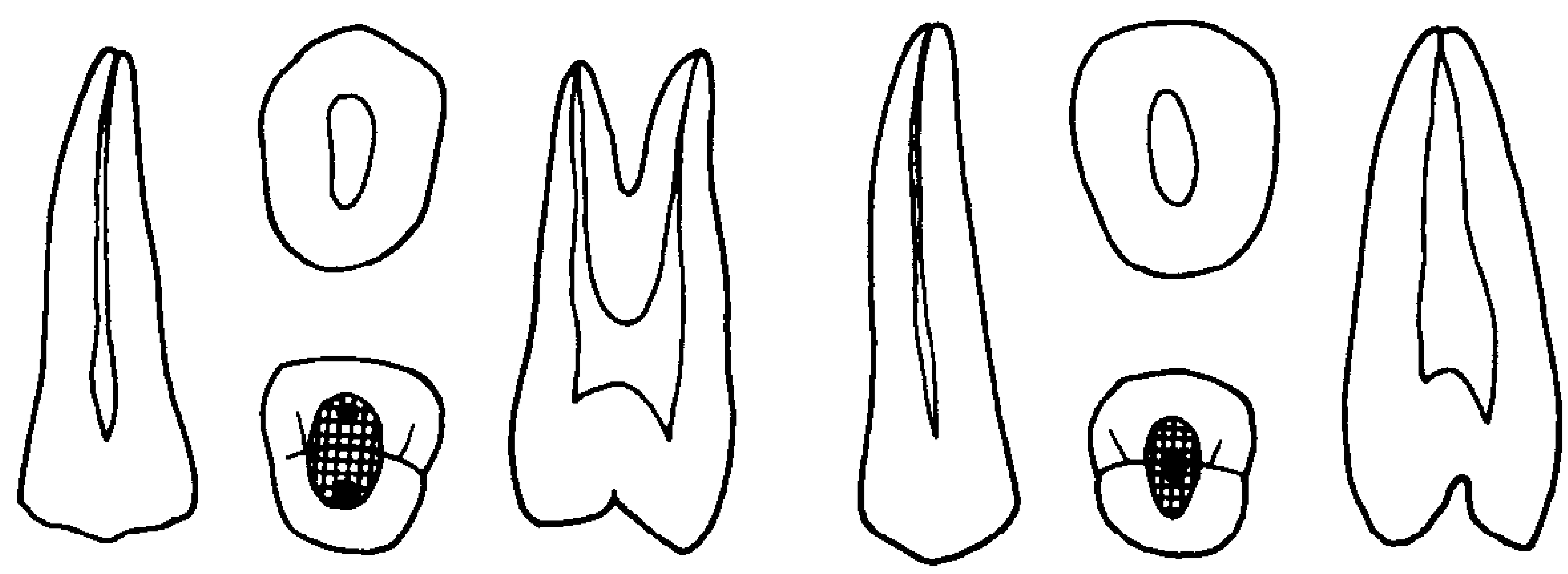


图 16-9　上颌前磨牙髓腔形态及开髓洞形

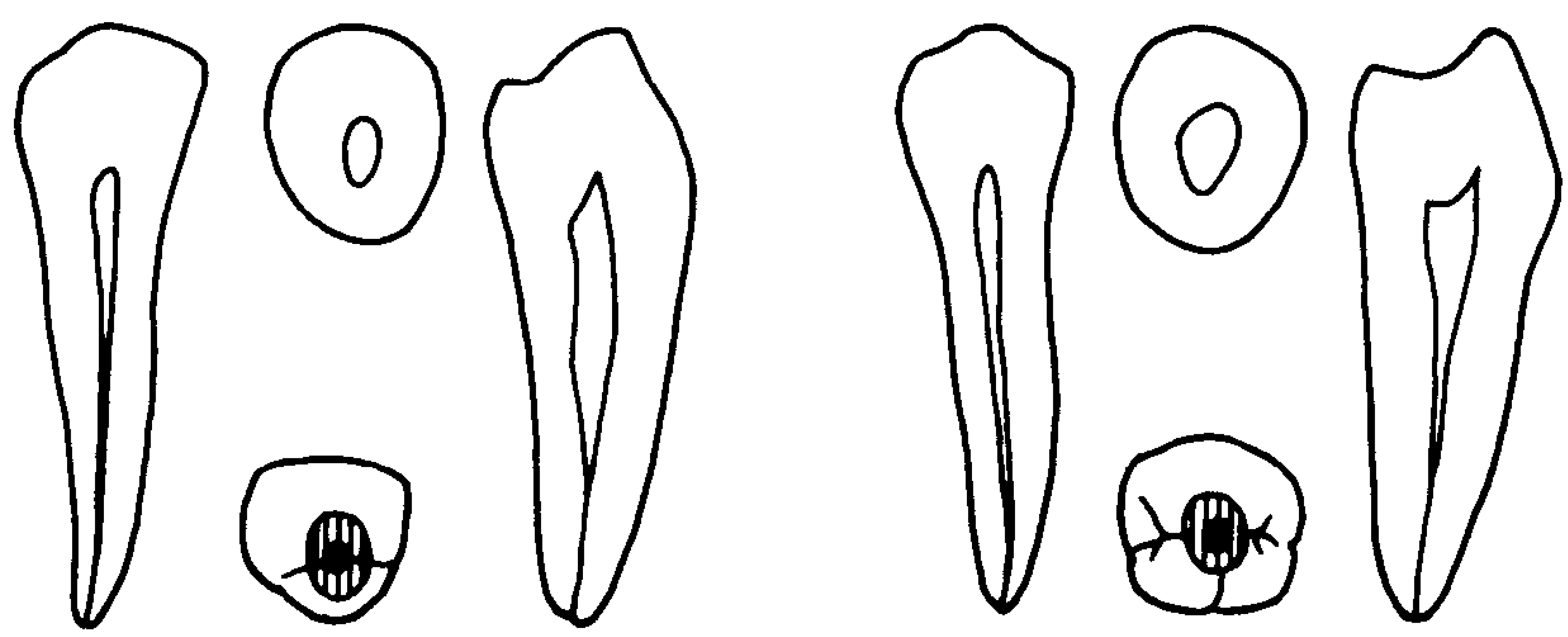
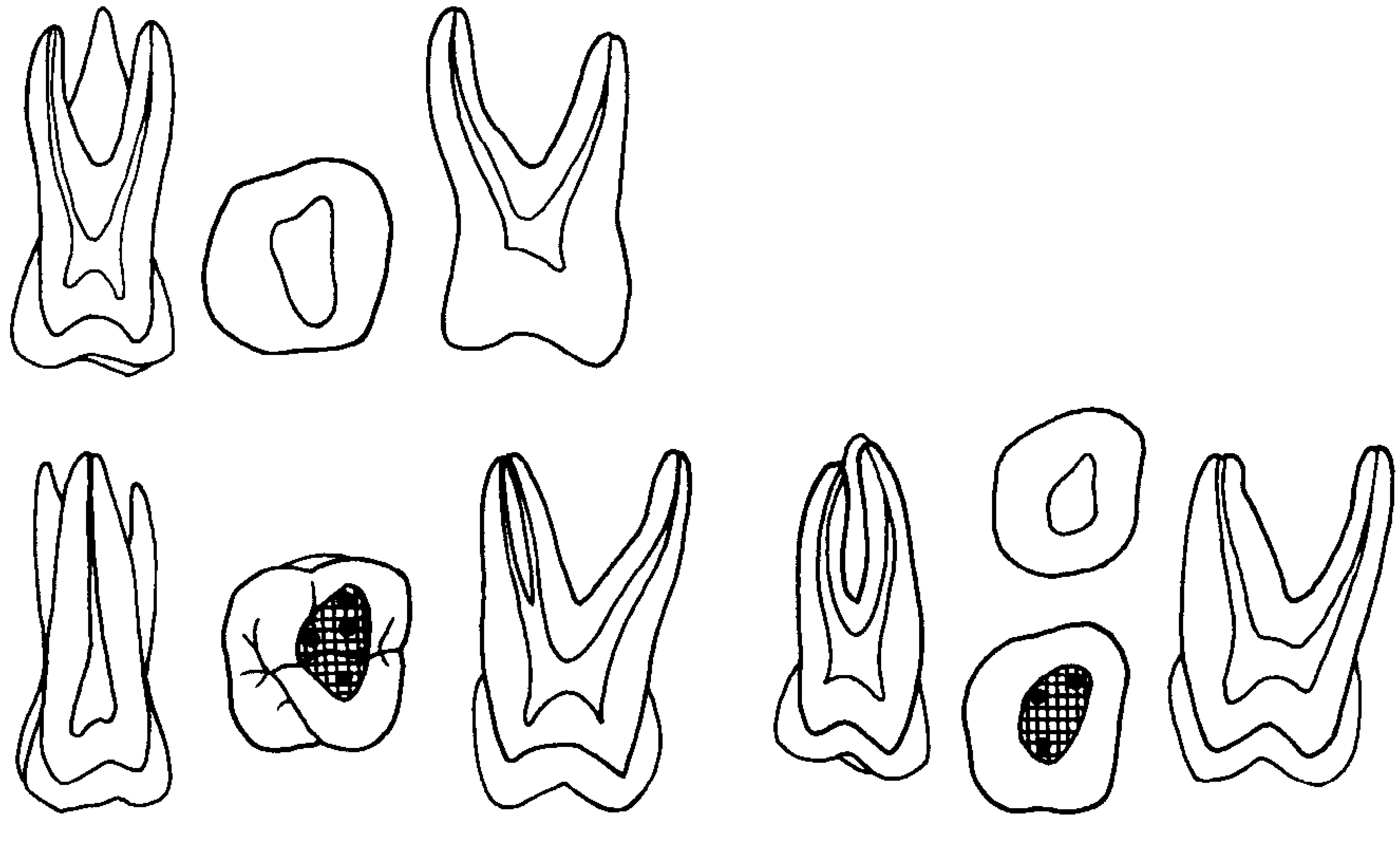
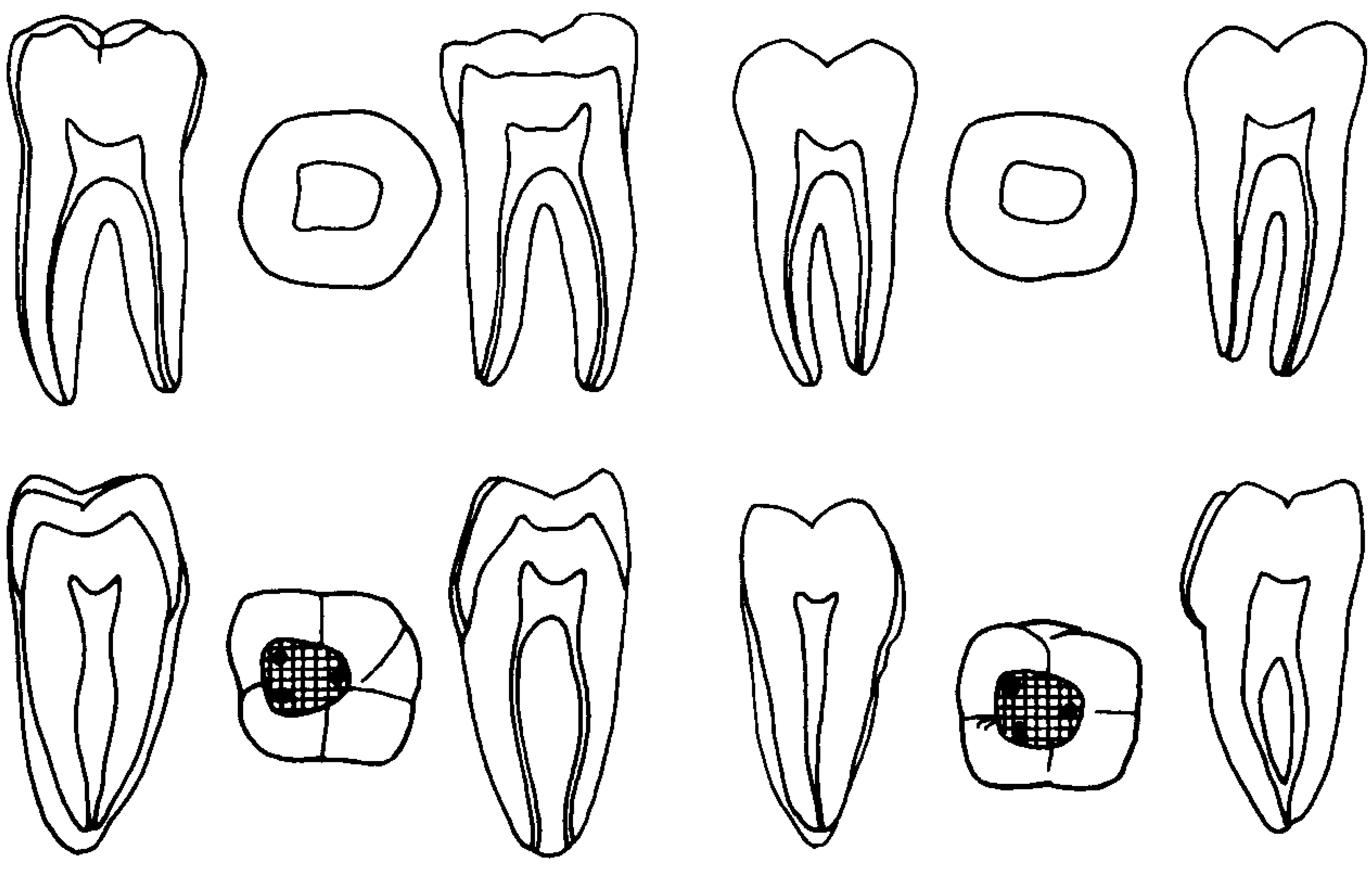


图 16-10　下颌前磨牙髓腔形态及开髓洞形



上颌第一磨牙　　　　上颌第二磨牙

图 16-11　上颌磨牙髓腔形态及开髓洞形



下颌第一磨牙　　　　下颌第二磨牙

图 16-12　下颌磨牙髓腔形态及开髓洞形

牙髓颜色和结构，因病变程度而不同，正常牙髓拔出呈条索状，有韧性，色粉红，如牙髓已有坏疽，则组织无韧性，不成形，并常有腐臭。

感染根管拔髓前，应先在髓室内滴入2%氯亚明，氯亚明液与管内腐败组织接触后，可放出新生态的氯，有消毒作用，并可溶解坏死组织。牙髓炎晚期，的牙髓组织朽坏，不易拔净，拔髓时注意不要残留根尖部牙髓组织，否则会引起术后疼痛，影响疗效。如为坏死分解的牙髓，可反复用2%氯亚明和3%过氧化氢交替冲洗，将拔髓针或细扩大针插入管内，轻轻振动，使腐败物质与新生氧形成的泡沫一起冲出根管。

2. 根管扩锉　采用机械方法，除去管壁表层的软化牙本质，并扩大根管，直达根尖孔，从而消除细菌生长的环境。另一方面可使根尖区的炎症渗出物和气体得到排出。根管扩大后，管腔通畅，给根管消毒与根管充填创造了条件。

采用根管扩大针和根管锉，两者均按粗细不等以号码标明。扩大针除有手持的外，还有机用的，但机用的转速较快，不易掌握，使用不当时易折断，故临床多用手持的。

根管扩锉前必须认真检查根管扩锉器械，有无生锈、变曲、裂痕，防止术中折断。

有条件时，应参考 X 线片，观察根管的形态，有无钙化不通或形态异常等。根据 X 线片牙齿的长度，并结合扩大时术者的感觉及患者的反应，准确判断牙根的长度，防止器械超出根尖孔，损伤根尖周组织。

根管扩大器械应按顺序使用，即从小号开始，由细到粗，不要越号使用，防止产生台阶或穿通侧壁。扩大时主要使用扩大针，也可以交替使用根管锉，扩大针需顺时针方向旋转，每次可转动半圈到一圈，避免连续回旋；应作螺旋运动，然后向外提出，勿向根尖孔加压。根管锉的作用，主要使管壁光滑，用时插入管内，作提拉运动，先压在管壁一侧向外提拉，使该侧锉宽后，再锉另一侧。

根管预备的方法包括逐步深入法和逐步后退法。

（1）逐步深入法：该方法是从牙冠开始逐步深入依次预备髓腔、根管和根尖。主要优点是将深入根尖的通路变直，方便根尖 1/3 的预备。

（2）逐步后退法：根管预备从根尖段开始，设定初尖锉和工作长度后，按从小到大的序号依次扩锉预备根管，边扩锉边冲洗根管，交替进行（图 16–13）。

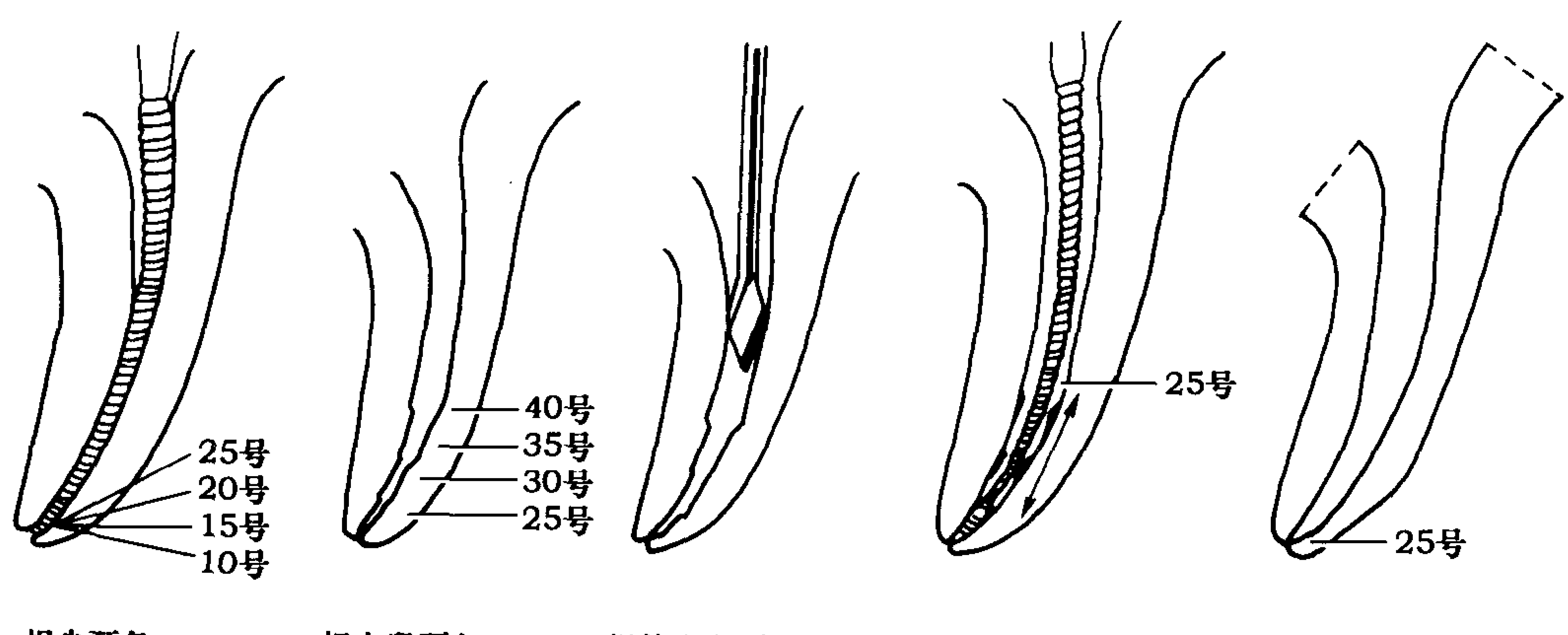


图 16–13　逐步后退法

所有根管器械遇有阻力时，应停止运动，不要强行扩大或使用暴力。有的根管在极尖附近最狭窄处会有阻力，但稍加用力即可感到阻力减轻，此为已达根尖孔的信号。如遇细窄根管，可用富有弹性的小号扩大针逐步开扩。

3. 测量根管工作长度　根管工作长度是测量从切缘或牙尖到根尖部的牙本质牙骨质界的长度，即根管器械预备髓腔的实际长度。牙齿的长度与根管的工作长度并不一致，一般后者较前者短 1mm 左右，但老年患者往往大于 1mm。由于根管变细甚至钙化阻塞，根尖区牙骨质不断沉积，根尖孔距牙本质牙骨质界之间的距离变大，故难以准确

判断根管治疗工作长度。从临床实践来看，三联法（X线片法+根管器械探测法+平均工作长度）仍是目前测量根管工作长度的可靠方法。

4. 根管清理及扩大　根管清理及扩大的目的是尽量去除髓腔及根管内的刺激物，如细菌及其代谢产物、炎症或坏死牙髓、食物碎屑和感染牙本质，同时将根管制备成特定形状，便于根管充填。临床上常用手工操作器械进行根管预备，但费时且术者易于疲劳。自动化根管预备设备及其配套技术应用，大大地改变了这种状况。现代观点认为，根管清理是手术成败的关键性环节。由于根管解剖结构的复杂性和扩大器械本身的局限性，特别是老年根管钙化弯细，使得根管在弯曲、狭小、分歧部位及侧副根管很难彻底清理，故可配合根管超声协同系统来清理扩大根管。超声波在溶液内产生空穴效应、热效应、切削及声流作用，极大地增强了抗菌冲洗液的功能，有效地溶解和松动根管内的坏死组织，彻底清除附着在根管壁上的污染层，从而获得高效的冲洗和清理效果。

5. 根管消毒　根管经过扩锉预备后，大部分感染物质可被消除，但微细结构如副根管和牙本质小管内仍存在感染，因此，需佐以药物消毒。

根管消毒剂一般要求为具有杀菌、抗菌效力，渗透性强，能渗透至牙本质小管和侧支；对组织无刺激或刺激性较小，不妨碍组织愈合；药效能维持2~3天，同时不使牙齿变色。

常用的根管消毒剂有氢氧化钙制剂、酚制剂、碘制剂和抗生素等，各有优点，临床上要根据具体情况，选择适当的药物。机体对药物的反应也不一致，因此，在采用某种药物无效时，可适当更换，也可轮换使用。

感染轻的根管，多选用较缓和的药物消毒根管，如氢氧化钙、樟脑酚、麝香草酚等，具有消毒力和镇痛作用，刺激性小，但抑制作用较弱。

感染较重的根管，如化脓腐败根管，可选用甲醛甲酚、木馏油等。甲醛甲酚释出甲醛气体，消毒力强，有凝固蛋白作用，具有高度穿透性，但对根周组织有一定的刺激性，因此，不可过量或多次连续使用，否则易引起化学性根尖周炎。木馏油有特殊焦臭味，有较强消毒力和渗透性，用刺激性较小，适用于一般根管和感染较重的极管。

根管内渗出物较多或牙齿遇外伤后长期叩痛不消失时，可选用碘仿糊剂。

（三）根管充填

根管充填的目的是消灭手术后遗留下的管腔，隔绝根尖周组织与根管的通连，借助根充材料缓慢而持续的消毒作用，防止再污染。根据充填要求充填严密，尤其是根管充填材料应严密封闭根管内根尖1/3区。

临床上常用的固体类根管充填材料是牙胶尖，其单独使用不能将根管严密充填，应配合根管糊剂使用。糊剂类根管充填材料种类很多，充填后方可硬化，例如氢氧化钙类糊剂，含三聚甲醛的新三锌糊剂，碘仿糊剂，氧化锌丁香油酚糊剂，树脂类糊剂以及氯仿牙胶等。氢氧化钙类糊剂能促进肉芽组织纤维化、类牙本质及类牙骨质组织形成，促进牙槽骨生长，促进根尖周组织的愈合，在临床上广泛应用。目前市面上使用较多的有Calvital、Vitapex糊剂。对老年患者来说，根管一般都较细小或弯曲，故所选的牙胶尖不必太粗，糊剂也不要太多。可使用热牙胶充填法如Obtura牙胶注射充填法和Thermafil牙胶充填法进行根管充填，大大地缩短了根管充填的时间。

1. 根管充填材料要求不刺激根尖周组织、体积不收缩，凝固后与管壁之间没有间隙、X线阻射，以便检查充填是否完全、便于操作，能以简单的技术使根管充满，必要时能从根管中取出、充填在根管中不被吸收不使牙齿变色。

2. 常用的固体根充材料有牙胶尖及钛尖等，但固体物质必须与糊剂联合使用，单独使用不能严密封闭根管。常用的根充糊剂有丁香油氧化锌糊剂、氯仿牙胶等。这些充填糊剂操作都较容易，易使根管充满，并呈X线阻射。液体充填剂多采用酚醛树脂，如酚醛树脂塑化液，当注入根管后可在根管内硬固，操作简便，但对根尖组织有一定的刺激作用。

混合充填根管时一般多采用氢氧化钙制剂、丁香油氧化锌糊剂加牙胶尖，也可用氯仿牙胶加牙胶尖。单纯用糊剂充填根管，适用于较粗大的根管。操作与混合法填入糊剂时相似，但糊剂应调和较稠。

螺旋形根管充填器可用作根管充填，操作简便，易于填满。螺旋形根管充填器是一种富有弹性的不锈钢丝制成的，旋纹是逆时针方向，充填器是装在机头上的，有长短两种，充填根管时，用螺旋充填器蘸少量糊剂，送入根管内缓慢推进，旋转速度逐渐增加，作反复拉出及送入的动作2~3次，即可填满根管，再做永久性充填。

常用的根管充填方法有冷侧压法（图16-14）、垂直加压法、混合加压法和热牙胶充填法。

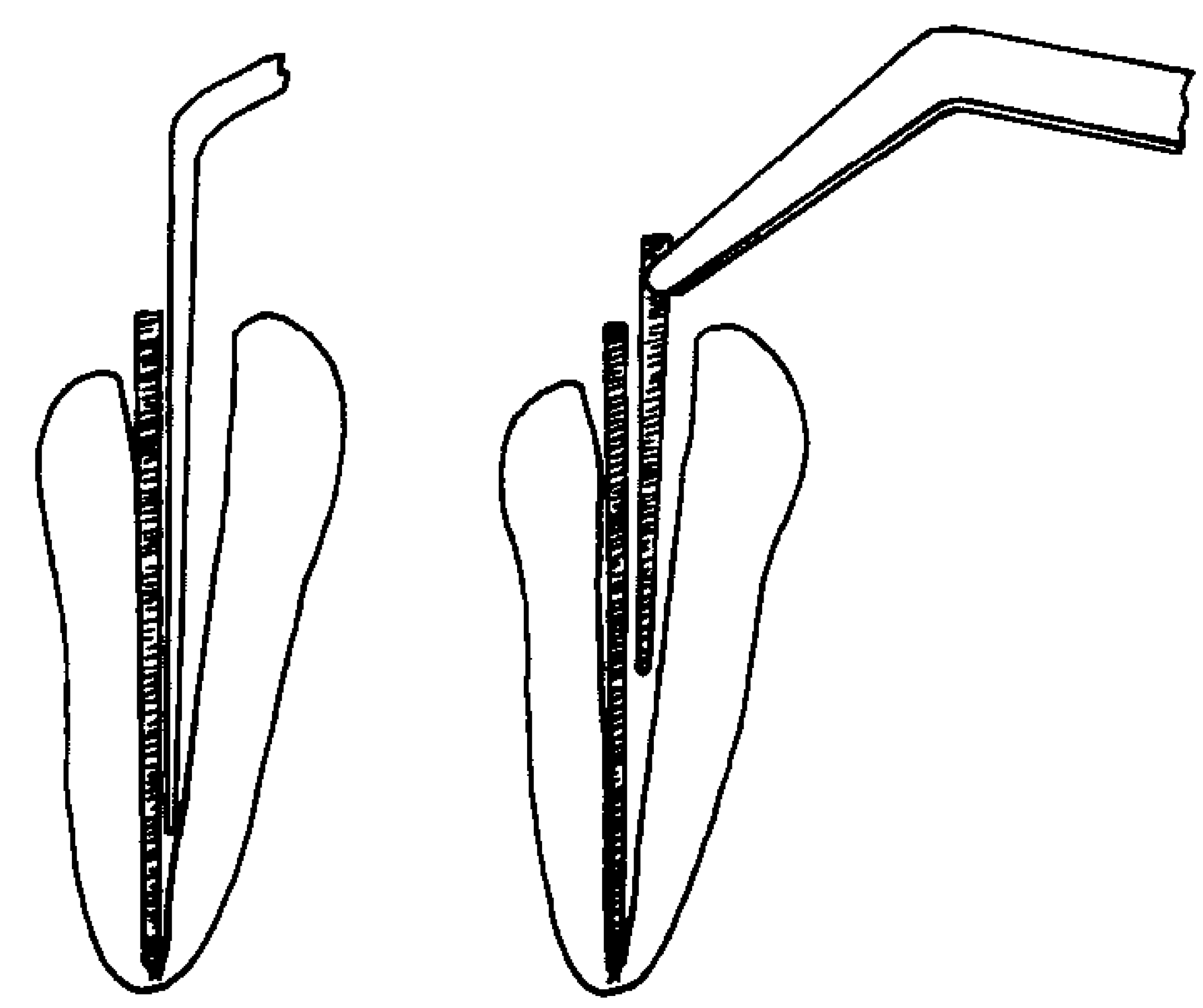


图16-14 根管充填-侧压法

（四）根管治疗术的成败

临床上根据自觉症状、临床检查和X线照片显示来确定根管治疗是否成功。根管治疗疗效的标准：患者无自觉症状，在牙冠修复后牙齿咀嚼功能正常、根尖周粘膜软组织颜色及结构正常，瘘道消失、无触痛、叩痛、X线检查显示牙根完整，根管充填严密、恰填，根尖周病变范围缩小，骨质在形态及结构上趋于正常，根尖无进一步吸收现象。

经根管治疗后，来自根管对尖周组织的刺激源已消除隔绝，加之，某些充填料还有促进组织愈合的作用，对正常成年人来说，一般根尖周骨质修复的时间为6个月，老年患者由于根尖周组织的修复能力下降，根尖周骨质破坏后的修复时间往往更长些。

根管治疗术的成功率，由于各人观察的标准、时间、例数等不同而有所不同。疗效观察的时间，1年内只能作为初步疗效观察，难以定论；2~3年或更长时间的观察资料则更有价值。

五、牙髓塑化疗法

牙髓塑化疗法（resinfying therapy）是我国20世纪50年代后期开展起来的用于治疗各型牙髓炎、牙髓坏死及根尖周炎的一种方法，因其操作技术简单、治疗次数较少、

保留患牙范围扩大、费用较，故适合我国当时的国情。但由于其远期疗效尚不理想，临床上应慎用此法。对于一些老年患者，因其根管细窄、弯曲不能进行根管治疗，或患牙只作姑息保留，或因患者复诊不便、体弱不能耐受根管治疗长时间操作，牙髓塑化疗法也不失为一种行之有效、简易的牙髓或根尖周病的治疗方法。

目前广泛采用的塑化剂是FR酚醛树脂，以甲醛和间苯二酚为主要成分。这种酚醛树脂曾经过作根管液体充填剂，具有塑化快、渗透力强、抑菌效果好、体积变化小但刺激性大等特点。牙髓塑化疗法的治疗原理是采用液态的塑化剂注满已拔除绝大部分牙髓的根管内，塑化剂将渗透到侧支根管、牙本质小管内及这些部位的病原刺激物质中，当塑化剂聚合后，病原刺激物被包埋、固定并成为无害物质存留于髓腔中，使根管处于无菌状态，从而达到预防和治疗根尖周病的目的。在塑化治疗过程中，应注意不要遗留根管未被塑化，避免塑化液流出根尖孔引起药物性根尖周炎或流到牙龈上腐蚀牙龈。

（一）适应证

该方法适用于晚期牙髓炎，残髓炎，牙髓坏死和坏疽、急性根尖周炎消除急性炎症后、慢性根尖周炎，其根尖病变不超过根长1/2者。

塑化液能使牙体变色，前牙不宜使用，但老年人的下颌切牙根管往往很细，也可以采用塑化法。在治疗操作过程中，若器械（如拔髓针）折断于根管中时，采用塑化法，塑化液仍可渗入根管中。

塑化液进到根尖周组织内，会产生较强的刺激作用，因此，对于乳牙和新生恒牙，即根尖孔尚未形成者最好不要采用塑化法。

（二）塑化液配方

采用的塑化液是酚醛树脂，可选用下列处方：

第一液	40%甲醛液	50ml
	甲醛甲酚	30ml
第二液	间苯二酚（雷锁辛）	45g
	蒸馏水	55ml
第三液	氢氧化钠	1g
	蒸馏水	1~2ml

酚醛树脂是对酚和醛为主体的。第一液主要成分是甲醛，第二液主要成分是间苯二酚，第三液是催化剂，为过饱和的氢氧化钠。在酚和醛液体中，加入催化剂后，可加速酚醛液的缩后反应，成为固态酚醛树脂。用法：取第一、第二液各0.5ml，加入第三液0.12ml，混匀后，可在5~15分钟内凝固。酚醛树脂缩合反应，与两单体的浓度、催化剂的强度、易散热作用等有密切关系。在小而深、不易散热的杯状容器中，较在浅碟状、易散热的容器中凝固快。室温高凝固块，因此在夏天不宜过分搅动塑化液，以避免产热过多，凝固对于迅速而来不及操作，室温低时要多搅动，稍微加温，加速其作用。

（三）酚醛树脂作用机制

1. 对组织的塑化作用　酚醛树脂对组织有塑化作用，使组织与塑料成为整体的凝聚物。镜下观察，塑化液进入组织后，组织和细胞保持原有的形态，成为棕色，说明组织已被酚醛塑化。但是，塑化液的体积必须超过被塑化物质的体积时，方能塑化。因此，塑化时，应当除去根管内的水分，并取出根管内的部分牙髓或感染物质。

2. 抑菌作用　酚醛树脂不但在凝固前的很强的抑菌作用，凝固后亦保持长时期的抑菌效能。实验证实，凝固数月的酚醛树脂，仍有抑菌作用。塑化法不但可以将感染物质和残髓组织固定包埋于根管中，而且塑化后还可以保持长时期的消毒作用。

3. 渗透作用　酚醛树脂在液态时渗透性强，将新配制的酚醛树脂液注入离体牙髓腔内，凝固后剖开牙体；在显微镜下观察，可见酚醛树脂不仅能充满髓腔，渗透到残髓组织，还可渗透至侧支根管和牙本质小管内，其渗入小管的深度。因此，酚醛树脂固定后，能起到同时充填主根管，侧支根管和封闭牙本质小管的作用。

4. 体积改变　酚醛树脂注入离体牙的髓腔内，经剖开后见酚醛树脂充满髓腔，但若暴露在空气中过久，因失水而体积明显收缩、变硬，可从根管中脱出。但若置放在密闭的容器中，则长期未见体积改变。

5. 刺激作用　酚醛树脂凝固前对组织有一定刺激性，因为醛与氢氧化钠对组织均有较强的刺激作用，对软组织也有腐蚀性，临床要避免过多压出根尖孔，并防止灼伤粘膜。

（四）操作方法

1. 髓腔预备　常规开髓，揭髓室顶，除尽冠髓，活髓牙应在失活或麻醉下进行。

2. 根管预备　即除去部分根髓或根管内感染物质。感染根管，应于器械进入根管前，滴入 0.5%~5%氯亚明，先用光滑髓针探测根管，然后轻轻将拔髓针放入管内，约为根管深度 2/3 深度，旋转拔髓。由于根管内牙髓经过长期时期的发炎、变性，往往不能将牙髓从根尖孔处完全拔除，而近根尖孔处的少量牙髓仍残留于根管中。如果根髓较为完整，可能全部被拔除。若根管过于细窄，拔髓针不易进入时，可用小号扩大针或根管锉轻轻捻入，将残髓锉出，或造成一通路，便于塑化液导入。若牙髓已腐败分解时，可在滴入氯亚明后，用光滑髓针插入管内，轻轻振动，进行洗涤；或用过氧化氢和氯亚明交替冲洗，然后用棉球吸出髓腔和根管中的药液。在治疗过程中，注意所有的器械都不宜超出根尖孔，以免引起不良术后反应。

3. 塑化　按比例将塑化液混匀备用，一般可将塑化液滴入注射器中或小而深的容器中。用前立即搅动至产热为止，搅动越快，凝固越快。容器应干燥，如有水分，则影响酚醛脂的凝固。塑化时，常规隔离唾液，干燥窝洞，用注射器或镊子将酚醛液送进髓腔，再用裹上棉捻的光滑髓针和小号扩大针导入根管内，然后用小棉球将塑化液吸出，再重新注入塑化液，导入根管后又吸出，这样反复操作 2~3 次，最后将髓室部分多余的塑化液吸出，但要注意根管口一定要充满，切勿将管内全部塑化液吸出，造成塑化不完全而导致失败。多次反复地导入、吸出塑化液的目的，在于尽量增加根管内塑化液的体积，使牙髓塑化更加完善。塑化液反复导入根管内后，用浸满塑化液的小棉球将丁香油氧化锌剂轻轻压入髓室，注意勿用于棉球压丁香油锌糊剂，以免将髓腔内塑化液吸出。塑化后立即充填者，可待丁香油氧化锌糊剂稍为变硬后，用磷酸锌粘固分垫底，再用银汞合金充填。注意不要在塑化液上直接用磷酸锌粘固粉衬底，磷酸锌粘固粉遇液体时不能很好的凝固，并使塑化液溢出，影响治疗效果。若当时充填有困难者，可暂时用丁香油氧化锌糊剂封闭窝后，数天后再换银汞合金修复（图 16–15）。

上颌牙远中邻面龋接近牙颈部时，可考虑用磷酸锌粘固粉或较硬的丁香油氧化锌粘固粉作假壁，以防塑化液流失或灼伤粘膜。上颌牙齿塑化时，应调整手术椅，使患者头

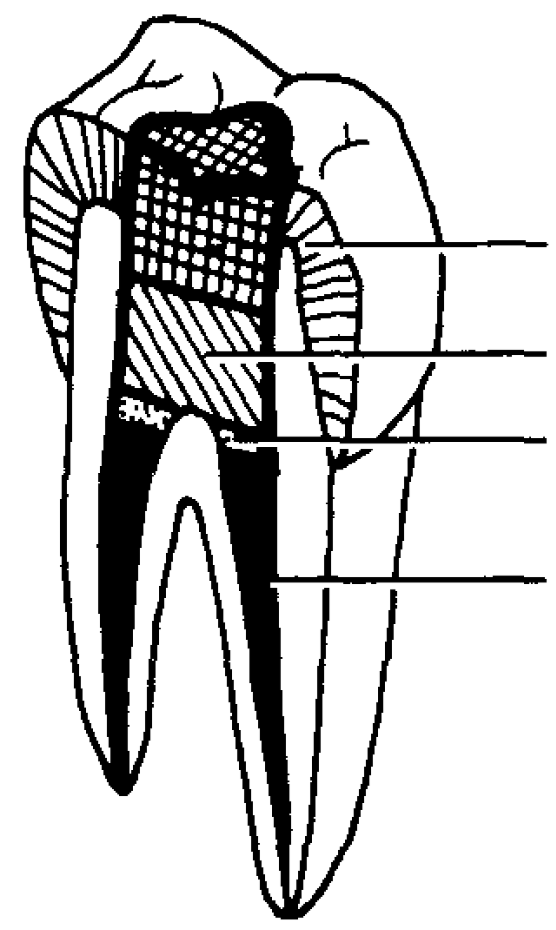


图 16-15　牙髓塑化治疗

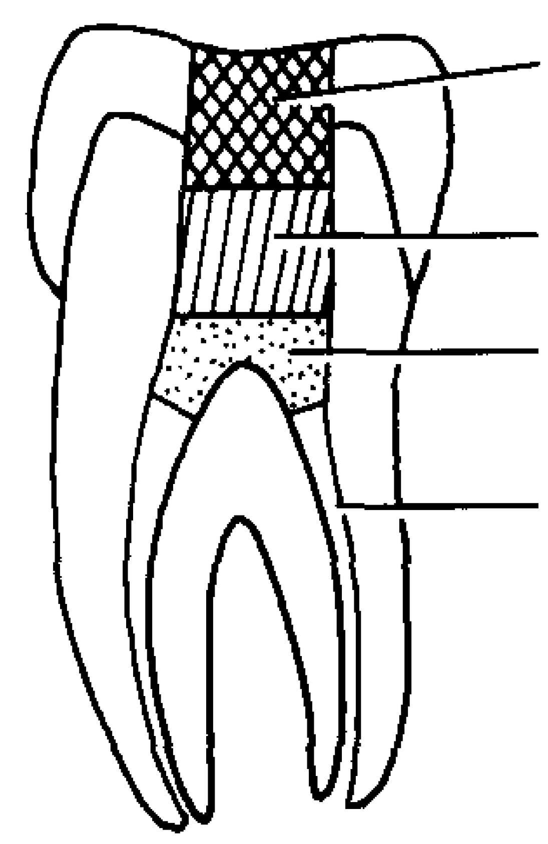


图 16-16　干髓术

部适当后仰，使塑化液能更好地进入根管。

六、变异干髓术

干髓术（pulp mummification）是通过去除感染的牙髓，保留干尸化的根髓来保存患牙的一种治疗方法（图 16-16）。干髓术由 Gysi 于 1899 年首先报道，由于其远期疗效较差，临床上应用较少。对于一些老年患者、全身状态不佳者、根管细窄、弯曲不能进行根管治疗，或患牙只作姑息保留，或因患者复诊不便、费用问题、张口受限等可考虑作变异干髓治疗，干髓剂中的主要成分多聚甲醛遇水或湿气时，释放出甲醛，使根髓干尸化并保持无菌状态，成为无害物质保留于根管中，防止感染扩散到根尖周组织，而达到保留患牙的目的。

七、根尖诱导成形术

适用于牙髓处于感染状态而根尖尚未发育完成的年轻恒牙，消除感染后，利用诱导药物刺激存活的牙乳头分化成牙本质细胞，达到使牙根完成发育、根尖孔闭合的目的，常用的诱导剂为氢氧化钙、氧化锌丁香油或碘仿糊剂（详见第十七章）。

八、根尖外科手术

根管治疗能使大部分牙髓、根尖周病的患牙得以长期保留，但一些患牙仅用根管治疗术难以治愈。对这些打算拔除的患牙，可先尝试辅以根尖外科手术，尽可能保存患牙。根尖外科手术治疗要慎重考虑患者年龄、患牙状况、全身情况和局部条件等因素。

（一）适应证

较大的根尖囊肿，经根管治疗后，需用手术刮除囊壁，病变才能修复、受外伤后根尖折断的病例，经根管治疗后需取出折断的根尖、根管治疗时器械折断超出根尖孔外，或不能吸收的根管充填物超填过多引起根周刺激症状者、慢性根尖周炎的患牙经治疗后病变扩大或长期不愈者都可考虑作根尖切除刮治术。

上颌前磨牙根尖近上颌窦者，下颌前磨牙根尖近颏孔者，都不宜作根尖刮治术。急性炎症期，应先消除炎症，否则易将感染扩散，延迟愈合；全身健康不良，如风湿病、活动性结核病、肝炎等，都会影响创口的愈合。

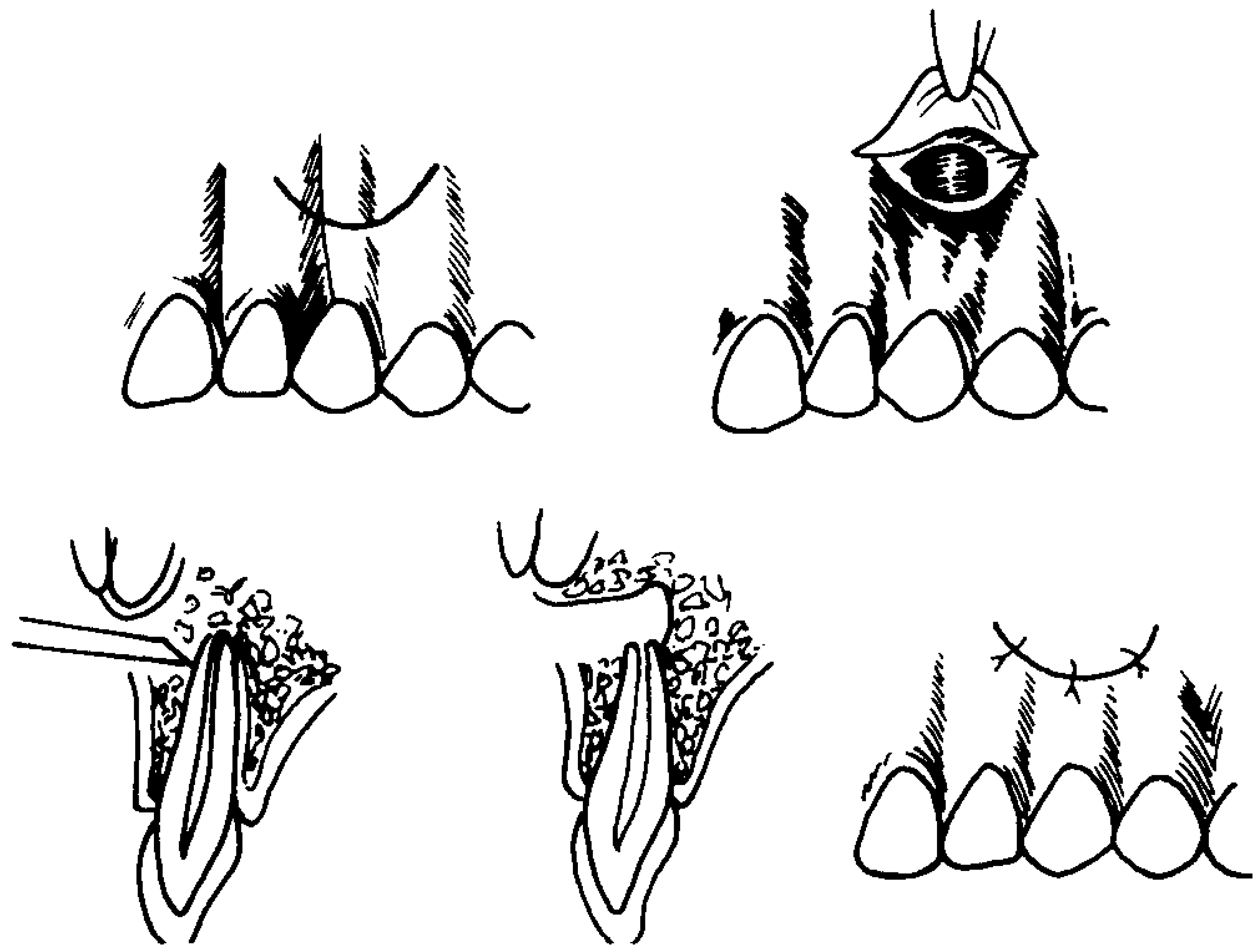


图 16-17　根尖切除术

（二）手术步骤（图 16-17）

1. 术前仔细观察 X 线片，了解牙根的形态、病变的部位和邻近的解剖关系等，确定手术范围。

2. 常规消毒，术区根据具体情况，采用局部麻醉或传导麻醉。

3. 术前或术中作根管充填，都可收到良好效果。术前先行充填，可能更有利于手术的无菌操作；但若为较大的囊肿，根管内不断有囊液渗出者，最好在术中刮除囊肿后，再充填根管。

4. 一般可用弧形切口，即在患牙唇侧根尖部粘膜上距离龈缘 6~7mm 处，作半月形切口，长度约为 2cm，即可包括左右各一个邻牙，以使尖区充分暴露，注意切口的凸面应向龈缘，深度应达骨面，同时避免切断唇系带。

5. 用骨膜剥离器将粘膜骨膜片分离，翻瓣暴露破坏的根尖区牙槽骨板。剥离的骨膜要完整，手术操作过程中，要注意保护骨膜下，不要过度牵拉和压迫。

6. 翻开龈片后，暴露根尖区，如骨质已有破坏，可顺着破坏区扩大；如唇面骨板完整，同可用骨凿除去骨板，先凿一小孔，然后逐渐扩大，直至露出根尖为止，然后用裂钻或骨凿除去一部分根尖，注意不要损伤过多骨组织，同时也要少切根尖，至少要保留牙龈的 2/3，否则影响牙齿的稳固。

7. 根尖切除后，用挖匙仔细搔刮根周病变组织。若为囊肿，应将囊壁完整刮除，不要残留上皮组织。如病变范围较小，根面牙骨质没有破坏时，可只刮除根周的炎症肉芽组织而不需切除根尖，但要注意将舌侧面的炎症组织彻底刮净。刮治后，用生理盐水冲洗骨腔，不要遗留碎骨片或异物于伤口内，以免妨碍伤口的愈合。

8. 搔刮骨面　待血液充满骨腔时，将龈片复位、缝合。

术后可在面部加压包扎或冷敷，防止术后水肿。保持口腔清洁，暂不刷牙，多漱口，为预防感染，可适当给予消炎药。5~7 天后拆线，伤口一般在 2 周内完全愈合。

为了缩短疗程，可考虑根管治疗和根尖手术一次完成，但要注意控制急性炎症，避免术后肿胀疼痛，延缓愈合。

有的根管不通畅或根尖部充填不够完满而不能重新充填者，可在切除根尖后，进行根管倒充填术。即将根尖孔稍加扩大，形成固位形后，用银汞合金自根尖孔向根管内填入，从而将根尖孔封闭，杜绝再感染的来源，充填后要注意消除充填物的碎屑，以免影响愈合。

（三）根尖切除后的组织修复

根端切除后，骨腔中有出血和血块形成，血块机化，几天后血块很快出新生的毛细血管和新生的成纤维细胞长入，使血块为新生的肉芽组织，然后变为结缔组织，最终可有牙骨质沉积覆盖牙根的断端，牙槽骨可新生，因此，牙齿和支持组织重新建立关系。一般手术半年后，X 线检查，可见根尖透明区消失，硬板再现。

九、牙再植术

自身的离体牙，经过处理后，植回原位的手术，称为牙再植术。

（一）适应证

1. 外伤引起患牙完全脱位，牙体完好，脱位时间不长，一般在几小时到 1~2 天内。

2. 由于根尖周病变严重，而不宜进行根尖刮治，或根管狭窄不通无法处理的患牙（如磨牙），或拔除患牙，一方面彻底刮除根尖病变组织，一方面在体外进行根管治疗，然后用再植入复位。

（二）手术步骤

1. 将再植牙用蒸馏水冲洗干净，刮除牙根表面残存牙周膜和龈组织，开髓，摘除牙髓，处理根管，严密充填根管。如根管阻塞不通者，也可从根尖孔处扩大，除去根端牙髓，行倒充填法。

2. 将再植牙置于含免疫抑制剂和抗生素的生理盐水中备用。

3. 处理牙槽窝，刮净根尖周病变组织，压迫止血。

4. 将再植牙植入牙槽内，注意其应有的正常咬殆位置，用不锈钢丝栓结法将患牙固定于邻牙上。

5. 用牙周塞治剂敷盖再植牙创口。

6. 磨改咬合，减低其咀嚼压力和创伤。

7. 适当使用抗感染药物或免疫抑制药物。

1~2 个月后，拆除结扎钢丝，再度调整咬合接触关系。X 线检查再植牙根情况。牙齿再植术不能使已撕裂的牙周膜再度愈合，而只能由新生的骨组织与再植牙的牙根相愈合，即骨性愈合，使植入的牙齿牢固地愈合在牙槽窝内，这时虽失去了正常的生理动度，但对咀嚼功能却无太大影响。

牙再植后，会发生排斥现象，牙根逐渐被吸收，吸收部分又很快地被新生骨组织所填满，最后再植牙脱落。吸收快的，数月至一年后，牙根就全部被吸收。植入牙可以作为一种抗原刺激，植牙的牙根吸收是由于机体产生免疫反应的缘故。

第十七章 儿童牙体牙髓病

儿童口腔健康是包括以牙齿为主体的颌骨、颜面等咀嚼系统的形态和功能的正常和健全，是与全身健康密切相关、不可分割的部分，直接影响儿童全身的生长发育与健康，儿童牙齿与口腔的正常生长发育是口腔健康的基础。

儿童口腔中牙体牙髓病的患病率相当高，主要包括龋病、牙髓及根尖周病、牙齿发育异常和牙外伤，其中以龋病最为严重。全国口腔流行病学调查结果显示，5 岁组儿童乳牙患龋率达 76.55%，龋均为 4.48，12 岁组儿童恒牙患龋率达 45.81%，而儿童的牙体牙髓病治疗率却很低，有的地方甚至不足 5%，因此，儿童牙体牙髓病的防治工作在我国是一项相当繁重而艰巨的任务。

第一节 儿童牙齿的特点

人的一生有乳牙和恒牙两副牙，儿童时期的牙主要是乳牙（deciduous teeth，primary teeth）和年轻恒牙（young permanent teeth，immatured permanent teeth），乳牙于婴儿出生后 7 个月左右开始萌出，至 2 岁半左右陆续出齐。乳牙分为乳切牙、乳尖牙和乳磨牙 3 类，上、下颌各有 10 个乳牙，上下颌之左右侧各有 5 个，共 20 个，以上下颌左右侧分为 4 个区，各区自中线至远中分别为乳中切牙、乳侧切牙、乳尖牙、第 1 乳磨牙和第 2 乳磨牙。6~13 岁左右乳牙逐渐脱落，而为恒牙所代替。恒牙分为切牙、尖牙、前磨牙和磨牙 4 类，上下颌左右侧各 8 个，共 36 个，也分为 4 个区，各区自中线至远中分别为中切牙、侧切牙、尖牙、第一前磨牙、第二前磨牙、第一磨牙、第二磨牙和第三磨牙。乳恒牙左右侧牙的类型相互对称，同一个体相互对称的同名牙在解剖形态上相同。

一、儿童牙列

牙列的整个发育过程可分为 3 个牙列阶段，即乳牙列、混合牙列和恒牙列阶段。

（一）乳牙列阶段

从第一颗乳牙开始萌出到第一颗恒牙萌出之前（6 个月到 6 岁左右），称为乳牙列阶段。

乳牙是幼儿的咀嚼器官，咀嚼功能的刺激可以促进颌骨和牙弓的发育，保持颅骨和牙弓正常发育是使恒牙能够正常排列的一个条件。充分咀嚼不仅可以将固体食物嚼碎，还能反射性的刺激唾液增加，有助于食物的消化和吸收，因此，维护乳牙的健康完好是这一阶段的主要任务。认为乳牙是暂时牙，将来要替换而不重视乳牙的保护是错误的。

加强口腔卫生的宣传教育，使家长了解保护乳牙的重要性是非常必要的。

这一阶段是乳牙龋开始患病和逐年增多的时期，早发现、早治疗是避免龋病继续发展成牙髓病或根尖周病的重要措施，也是防止乳牙早失造成恒牙咬殆紊乱的步骤。

（二）混合牙列阶段

此阶段从第一颗恒牙萌出开始到最后一颗乳牙脱落，乳牙依次被恒牙替换完毕（6~12 岁左右）。这一阶段，口腔内既有乳牙，也有恒牙，这是儿童颌骨和牙弓主要的生长发育期，也是恒牙殆建立的关键时期，预防咬殆紊乱，早期矫治、诱导建立正常咬殆是这一时期的重要任务之一。

这个时期也是恒牙龋开始患病的时期，早期防治恒牙龋是其主要任务。

（三）年轻恒牙列阶段

此阶段全部乳牙被替换完毕（12~15 岁左右），除第三磨牙外，全部恒牙均已萌出。这个时期，口腔内没有乳牙，一部分恒牙的牙根虽然基本形成，但髓腔仍相当大，另一部分恒牙刚刚萌出不久，牙根尚未完全形成。第一恒磨牙由于在恒牙中萌出最早，又由于咬殆面解剖形态的特点，如咬殆面窝沟较深，故龋病患病率较高，龋损也较严重。第二恒磨牙虽在 12 岁以后萌出，窝沟龋的发生率也很高。因此，尽可能保护保存第一、第二恒磨牙。

二、儿童牙齿的解剖学特点

（一）乳牙解剖

乳牙的基本结构和组成与恒牙相似，牙体由牙冠、牙根及牙颈三部分组成。剖面观察，乳牙由牙釉质、牙本质、牙骨质和牙髓组成。乳牙牙冠呈微青白色或近白色，而恒牙呈微黄白色。乳牙牙冠的外形除乳磨牙以外，基本类似其继承恒牙，第二乳磨牙牙冠形态和第一恒磨牙相似，第一乳磨牙呈介于恒前磨牙及恒磨牙间的中间类型，其咬殆面的形态个体差异显著，常见多种解剖形态。在同类牙中，乳牙均小于同类恒牙，但其乳磨牙牙冠的近远中径大于前磨牙牙冠的近远中径，由此解剖特点而产生的剩余间隙有利于乳恒牙的替换，其他乳牙牙冠的近远中径均小于其继承恒牙。

乳牙牙冠按比例观察，近远中径较大，而牙冠高度较短，牙颈部明显缩窄，牙冠在近颈部区域有带状隆起，以第一乳磨牙的颊侧尤为明显。乳磨牙咬殆面的颊舌径比牙冠膨大部的颊舌径小，尤其是下颌第一乳磨牙的颊面和舌面，越近咬殆面越相聚拢，以至咬殆面的颊舌径明显缩小。

乳磨牙咬殆面的牙尖或发育沟不如恒牙规则，较为复杂且小窝多。由于乳牙易磨耗，窝沟多数较浅。第一乳磨牙的窝沟较第二乳磨牙简单。乳磨牙的窝沟宽度在 100μm 左右。

乳牙牙根和牙冠的长度比例较恒牙大，故乳牙显得根长，此特点在乳前牙尤为明显（图 17-1）。乳前牙均为 1 个牙根，牙根在唇舌向呈扁平状，自根的中部开始稍向唇侧弯曲。乳磨牙的根分叉接近髓底，根分叉开度大，有利于容纳继承恒牙的牙胚，根尖稍向内弯曲，扁平形

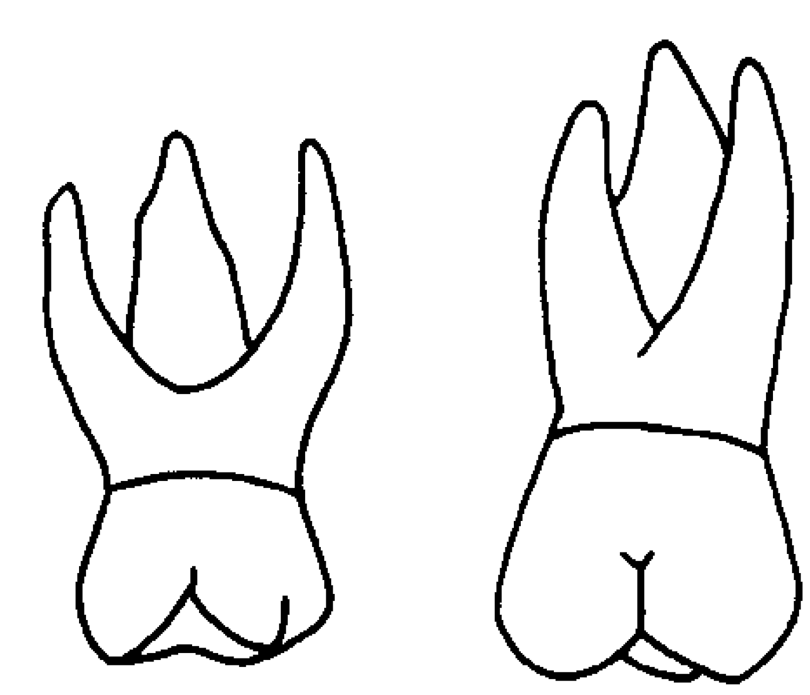


图 17-1　乳牙和恒牙

a. 乳牙　b. 恒牙

根为多。上颌乳磨牙有一个腭侧根和 2 个颊侧根，下颌乳磨牙一般为 2 个根，即近中根和远中根，少数下颌第二乳磨牙有 3 个根。乳牙的牙根达一定年龄时会发生生理性吸收的变化。

乳牙的髓腔与牙体外形的大小比例和恒牙相比，牙髓腔比恒牙大，初萌时的乳牙尤为明显。随时间的推移，咬殆、磨耗等因素所致的组织变化使牙髓腔有所缩小。虽然髓腔的形态有变化，但其髓角与恒牙相比，明显处于高位，接近牙尖表面，乳牙的根尖孔亦相对宽大。髓腔形态与牙的外形一致，就髓腔和牙体大小比例而言，乳牙髓腔相对比恒牙大，表现为髓室大、髓角高、根管粗大、髓腔壁薄以及根尖孔大，刚萌出的乳牙髓腔特别大，冠髓腔和根髓腔无明显分界，牙颈部的髓腔亦较大，此特点在乳前牙尤为明显。髓角比恒牙明显地突入牙本质中，乳磨牙的近中髓角尤为突出。

随着年龄的增长，磨损或龋病等因素使牙本质暴露，牙髓发生防御性反应，在受损处相对的髓腔壁上形成修复性牙本质，髓腔相对变小。修复性牙本质多见于髓角和乳前牙切端相应的髓腔壁，其次是颈根部移行处相应的髓腔壁，也有部分发生在乳磨牙根分叉相应的髓腔壁上。

乳前牙中，上、下颌乳切牙和上颌乳尖牙的冠髓腔多偏向近中侧和唇侧，但上颌乳尖牙冠髓腔偏近中侧者比乳切牙少，下颌乳尖牙冠髓腔则偏向远中侧和舌侧，乳前牙的髓室漏斗状移行至根管。

乳牙的根管数与牙根数有关，乳前牙是单根，一般均为单根管。上颌乳磨牙与其根数一致，有 3 个根管，即 2 个颊侧根和 1 个腭侧根管，其中以腭侧根管最粗大。下颌乳磨牙的根管数为 2~3 个，2 个者即近中根管与远中根管，3 个根管者即 2 个近中根管与 1 个远中根管，其中以远中根管最粗大，下颌第二乳磨牙有时出现 4 个根管，即 2 个近中与 2 个远中根管。

乳磨牙的根管有分支多、形态复杂的现象。牙根所含根管呈分支、复数的状况多见于第二乳磨牙近中根，其次是第一乳磨牙近中根、第一乳磨牙远中根和第二乳磨牙远中根。

（二）年轻恒牙解剖

恒牙自 6 岁左右开始萌出，此期的恒牙处于一个低于咬殆平面的状态，且在形态、结构上尚未完全形成和成熟。年轻恒牙尚处于不断萌出中，故临床牙冠的高度显得低，牙根尚未形成，根尖孔呈开阔的漏斗状，髓腔整体宽大，根管壁薄。恒牙一般在牙根形成 2/3 左右时开始萌出，萌出后牙根继续发育，于萌出后 2~3 年完全形成。因年轻恒牙萌出不久，磨耗少、形态清晰，前牙多见明显的切缘发育结节与舌边缘嵴，后牙咬殆面沟嵴明显、形态复杂，裂沟多为 IK 型，咬殆面比成熟恒牙难以自洁。牙龈缘附着的位置不稳定，随牙的萌出而不断退缩，需 3~4 年才稳定，大部分恒牙自萌出后达咬殆平面需 7~12 个月。

年轻恒牙的牙釉质在萌出时已基本成熟，其釉柱、釉柱鞘、柱间质等的形态与恒牙无明显差异，但其成釉细胞很容易受周围环境的影响，尤其受到较大影响时，即发生牙釉质形成异常，在临床上可明显显示。年轻恒牙的硬组织薄，矿化程度低，溶解度高，渗透性强，此特点为年轻恒牙龋蚀发展较快又多为急性龋的因素之一。牙釉质的羟磷灰石结晶较小，结晶间有间隙，结晶的化学性不稳定，易与氟等无机离子结合，故临床上

对年轻恒牙进行局部涂氟有较好的防龋效果。在刚萌出的年轻恒牙表面有薄薄的称为釉小皮的有机质膜覆盖，牙萌出后经咬殆、咀嚼、磨耗及刷牙等而消除。

年轻恒牙有萌出后成熟现象（post eruptive maturation），表现为 Ca、P、F 和 Cl 的含量增加，碳酸根离子减少，釉质的渗透性减低，有机质的含量减少，硬度和抗酸性增强，比重增加，羟磷灰石结晶增大。

年轻恒牙的牙髓组织比成熟恒牙疏松，未分化的间叶细胞较多，纤维成分较少，成纤维细胞多。牙冠部的成牙本质细胞如圆柱形，形成有细管结构的正常牙本质。牙根部的成牙本质细胞是立方形，形成无结构样牙本质。牙髓的血管丰富，生活力旺盛，因此其抗病能力及修复功能都较强，有利于控制感染和消除炎症，这也是临床上保存活髓疗法的有利条件。但由于牙髓抵抗力强，炎症也容易被局限呈慢性过程。又因牙髓组织疏松、根尖孔大、血运丰富，感染也易扩散，故应及时治疗。

第二节 常见的儿童牙体牙髓病

一、儿 童 龋 病

龋病是在细菌为主的多种因素影响下，牙齿硬组织发生慢性进行性破坏的一种疾病，其发病方式以牙体硬组织崩解为特征，临床表现开始为龋损部位牙釉质脱矿、微晶结构改变，继之有机质破坏分解使牙釉质和牙本质疏松、软化、缺损而形成龋洞，若病变继续发展则形成牙髓病、根尖周病甚至颌骨炎症，病灶牙影响儿童牙颌系统及全身健康。

（一）儿童患龋状况

儿童龋病是临床上最常见的儿童口腔疾病，随着口腔预防保健工作及各项保健措施的开展，人民生活水平的不断提高，患龋率和龋均得到了有力的控制。由于食物结构的精细、糖耗量的增加、人们口腔健康意识和行为的差距、口腔预防保健工作没有得到广泛的开展等因素，一些国家儿童患龋率仍呈上升趋势。我国儿童乳牙患龋率也居于高水平，据 1998 年全国流行病学调查资料显示，5 岁组儿童患龋率达 76.55%，龋均为 4.48，12 岁组儿童恒牙患龋率达 45.81%。

乳牙在萌出后不久即可罹患龋病，临床可见出生后 6 个月的婴儿上颌乳中切牙牙冠尚未完全萌出而远中唇面已患龋，国外亦有出生后 9 个月上颌中切牙发现龋损的报道。与恒牙相比，乳牙患龋发生较早。有关我国乳牙患龋情况的报道均显示 1 岁左右起即直线上升，6~8 岁到达高峰，9~12 岁随着乳牙被恒牙陆续替换，乳牙的患龋率、龋均均逐渐降低。恒牙在 6~7 岁萌出后就可能患龋，儿童期的年轻恒牙由于牙釉质发育未成熟、矿化程度低等因素，比成人的恒牙更易患龋。儿童在 12 岁以后，进入恒牙患龋高峰阶段，大约在 25 岁左右趋向平稳。

（二）儿童易患龋的因素

与恒牙相比，乳牙更易患龋，这与乳牙的解剖形态、组织结构、矿化程度及其所处的环境等因素有关。

1. 牙解剖形态的特点　乳牙牙颈部明显缩窄，牙冠近颈部 1/3 隆起，邻牙之间为

面的接触且接近牙龈，接近替牙期的儿童牙列中的生理间隙明显，加之咬殆面点隙沟裂等处均易使食物滞留而不易自洁，故易致菌斑集聚。

2. 牙组织结构的特点　与恒牙相比，乳牙的牙釉质、牙本质薄，矿化程度低，羟磷灰石晶体小，抗酸力弱。

3. 儿童的饮食特点　儿童喜食甜食，每天的进食次数较成人多，加之儿童的饮食多为软质食物，粘稠性强，含糖量高，容易产酸发酵。

4. 儿童的口腔卫生习惯　儿童正处于口腔卫生习惯的培养阶段，口腔卫生行为主要依靠家长及幼儿园老师的帮助与监督，但由于有些家长及幼儿园老师不具备口腔保健知识，没有让儿童养成良好的口腔卫生习惯，加之儿童的睡眠时间长，口腔处于静止状态的时间较多，这时候儿童口腔的唾液分泌减少而有利于细菌的繁殖，增加了患龋机会。

在年轻恒牙列中，第一恒磨牙患龋年龄最早，患龋率最高（占年轻恒牙患龋率的90%），其原因主要是：咬殆面的表面积最大，窝沟点隙复杂，易滞留细菌和食物残渣；萌出时咬殆面远中部分龈瓣覆盖时间长，龈瓣下牙面长期处于不洁状态；萌出后达到咬殆平面的时间长，咬殆面低于咬殆平面，缺乏咀嚼对牙面的自洁作用。儿童年龄小，刷牙护齿意识弱，刷牙效果较差。第一恒磨牙在第二乳磨牙之后萌出，形态又与之相似，常常被家长误认为是乳牙而不予重视。

（三）儿童患龋的牙位、牙面特点

乳牙列中所有的牙齿和牙面均可患龋，乳牙龋病以上颌乳切牙、下颌乳磨牙多见，其次是上颌乳磨牙、上颌乳尖牙，下颌乳尖牙和下颌乳切牙较少。乳牙龋病的好发牙面，在上颌乳牙为：乳中切牙的易患龋牙面为近中面，其次是远中面和唇面；乳侧切牙以近中面、唇面多见；乳尖牙则多见于唇面，其次为远中面；第一乳磨牙多见于咬殆面，其次为远中面；第二乳磨牙则多发于咬殆面和近中面。在下颌乳牙为：乳中切牙和乳侧切牙较少患龋，患龋多出现于近中面；乳尖牙多见于唇面，其次是远中面和近中面；第一乳磨牙多见于咬殆面，其次是远中面；第二乳磨牙多见于咬殆面，其次是近中面。

各年龄阶段乳牙龋病的发生部位有明显特点，1~2 岁时，主要发生在上颌乳前牙的唇面和邻面，其原因可能与乳牙萌出时间及婴幼儿进食方式有关；3~4 岁时，多发的是乳磨牙咬殆面的窝沟；4~5 岁时好发于乳磨牙的邻面。由于左右侧同名乳牙的形成期、萌出期、解剖形态及所处位置等相似，又处于同一口腔环境内，加之乳牙龋病有多发、易发的特点，故在乳牙中，左右侧同名牙同时患龋的现象较为突出。

儿童期恒牙患龋主要为恒磨牙的窝沟点隙，尤其以第一恒磨牙为甚，第一恒磨牙在 6 岁左右即萌出于儿童口腔，常被家长误认为是乳牙而得不到及时的保护和治疗，因此保护儿童的“六龄牙”是此阶段的重要内容。

（四）龋病对儿童的危害

龋病对儿童口腔局部和全身机体都有不良影响。

1. 局部影响　乳牙因龋蚀致牙体缺损，尤其是在涉及大部分乳牙时，儿童的咀嚼功能将会明显降低。乳牙的龋蚀、牙体的崩坏，使食物残渣、软垢等易停滞在口腔内，口腔卫生恶化，有利于新萌出的恒牙发生龋蚀，尤其对与龋牙相邻的恒牙影响较大。乳

牙龋发展成根尖周炎后，炎症影响继承恒牙胚，可使其釉质发育不全，如特纳牙的发生。乳牙根尖周炎症致局部牙槽骨破坏、感染根管的牙根吸收异常、残根滞留等使继承恒牙的萌出过早或过迟，影响恒牙萌出顺序和位置。牙冠因龋缺损，近远中径减少，或因龋早失，为继承恒牙所占间隙缩小，该恒牙萌出时因间隙不足而发生位置异常，第一恒磨牙的牙冠缺损还可影响恒牙正常咬𬌗关系的建立。破损的牙冠可刺激局部舌、唇颊的粘膜，慢性根尖周炎的患牙根尖有时穿透龈粘膜外露于口腔内，使局部接触的软组织形成慢性创伤性溃疡。

2. 全身影响　多数乳牙患龋、牙冠崩坏，第一恒磨牙的严重龋蚀均会使咀嚼功能大大降低，影响儿童的营养摄入，儿童又正处于生长发育的旺盛时期，故颌面部和全身的生长发育会受到影响，机体的抵抗力也可降低。由龋病转成的慢性根尖周炎可作为病灶牙使机体的其他组织发生病灶感染，在儿童与病灶牙有关的疾病有低热、风湿性关节炎、蛛网膜炎、肾炎等，有报道在治疗疾病的同时，治疗或拔除病灶牙能治愈或减轻疾病。

幼儿期是儿童学习语言的时期，乳牙的崩坏和早失会影响正确的发音，龋蚀会影响美观，尤其在前牙区严重龋蚀时会给儿童心理上造成一定的压抑。虽然乳牙终将被替换，但不能忽视乳牙龋病，以免给儿童局部和全身带来不良影响。

二、乳牙牙髓病

乳牙牙髓病是乳牙牙髓组织的疾病，包括牙髓炎症和牙髓坏死。乳牙牙髓病多由深龋引起，当龋病涉及牙本质时，或达到牙本质深层时，细菌和毒素可以通过牙本质小管侵入牙髓，使牙髓发生炎症反应，当龋病进一步发展至穿髓时，牙髓即直接受到感染，炎症可在冠髓中蔓延甚至累及根髓，炎症继续加重，牙髓组织可出现坏死。牙髓炎症和牙髓坏死都有可能影响到根周或尖周组织。

乳牙牙髓病除龋病外，牙外伤也可引起。例如，牙受到撞击或跌伤后，有的使牙周膜损伤或根尖血循环受阻，甚至血管断裂，有的使牙冠折断或牙髓暴露，从而引起牙髓炎症或牙髓坏死。由于牙髓病的临床表现和组织病理学改变的不一致性，或临床诊断与病理学诊断符合率较低，乳牙牙髓病的分类也多是按临床表现进行的，即急性牙髓炎、慢性牙髓炎、牙髓坏死和牙髓变性等。

（一）急性牙髓炎

多发生在受过意外创伤和最近进行牙体手术的乳牙。例如在备洞时切割牙体组织过多，修复时使用树脂类材料而未垫底，备洞时意外穿髓而未能发现予以修复者。源于龋病的急性牙髓炎则多是慢性牙髓炎急性发作，当龋源性的慢性牙髓炎引流受阻，微生物感染和外界刺激加强或身体抵抗力减弱时则可导致急性发作。

疼痛是乳牙急性牙髓炎的重要症状，可在未受到任何外界刺激的情况下发生。早期，疼痛持续时间较短，缓解时间较长；晚期，疼痛持续时间延长，缓解时间缩短，患儿常常在玩耍、看书或睡觉时疼痛，夜间痛时患儿不能入睡。冷热温度刺激可诱发疼痛或使疼痛加重，但乳牙急性牙髓炎对温度刺激的反应不如成人恒牙牙髓炎强烈，探查龋洞底较为敏感，如果探到穿髓孔时即可感到疼痛，有的可见少量脓液或血液自穿髓孔处流出，流出后疼痛随即缓解。当炎症波及根尖周组织或根分叉部位时，叩诊即出现疼

痛。慢性牙髓炎急性发作的患牙因牙髓原已有炎症，临床检查多数都有叩痛。

（二）慢性牙髓炎

这是最常见的乳牙牙髓病，绝大多数来源于龋病，也可由急性牙髓炎转化而来。慢性牙髓炎可根据穿髓与否分为三类：未穿髓者称为慢性闭锁性牙髓炎，穿髓者又分为慢性增生性牙髓炎和慢性溃疡性牙髓炎。

乳牙慢性牙髓炎的临床症状轻重不一，相差较为悬殊，多数患牙症状轻微，甚至无明显症状。慢性溃疡性牙髓炎较为多见，因已穿髓，炎性渗出物可得以引流，临床仅有轻微症状，或当冷热刺激、食物碎片嵌入龋洞时才引起疼痛，但刺激去除后常持续一段时间。刺激诱发较短时间的疼痛，表明牙髓炎症较局限或轻度；刺激诱发较长时间疼痛表明牙髓炎症较广泛或较重度。龋源性慢性牙髓炎的病程较长，当牙髓炎症范围较广时则有叩痛，X 光片可显示乳磨牙根分叉部位的牙周膜间隙增宽，硬板破损。

慢性增生性牙髓炎常见于穿髓孔较大的龋损乳磨牙和外伤冠折露髓后的乳前牙，因为这些牙的根尖孔大，血运丰富，使处于慢性炎症的牙髓组织过度增生，增生的牙髓组织通过穿髓孔向外突出形成息肉。牙髓息肉可充满整个龋洞，对刺激不敏感，也无明显症状，咀嚼时食物压迫息肉深部的牙髓可引起疼痛，检查时可见龋洞内有红色肉芽组织，探触时不痛但易出血。慢性闭锁性牙髓炎是深龋接近牙髓，各种刺激通过薄层牙本质而产生的慢性牙髓炎症。一般有不定时的自发性疼痛，有的无明显自发痛，仅有冷热刺激痛，但刺激去除后疼痛可延续一段时间。

（三）牙髓坏死

常是牙髓炎症发展的自然结局，除细菌感染之外，牙外伤或具有毒性的药物作用都能引起牙髓坏死。

单纯的牙髓坏死一般无疼痛症状，但牙齿多有变色，这是牙髓坏死组织分解产物渗入牙本质小管的结果。乳牙牙髓坏死常可引起根尖周炎症而出现疼痛，或咀嚼时疼痛，或在儿童抵抗力下降时感患牙不适。龋源性牙髓炎发展所致的牙髓坏死，开拔髓时不痛，但多有恶臭。牙髓坏死是个渐变过程，当牙髓尚未完全坏死之前则为部分牙髓坏死，可以为牙髓的小部分坏死，也可以是牙髓的大部分坏死，例如，乳磨牙冠髓坏死，根髓可有部分活力；某一根髓坏死，其余根髓可有活力等。牙髓部分坏死的临床表现取决于尚未坏死的部分牙髓炎症的类型，如果是慢性牙髓炎就表现为慢性牙髓炎的症状，如果是慢性牙髓炎急性发作就表现为急性牙髓炎的症状。

（四）牙髓变性

牙髓变性种类很多，与乳牙有关的是牙体吸收（resorption of teeth）。牙体吸收有生理性吸收和病理性吸收，生理性吸收指替换乳牙的牙根吸收，即当儿童达一定年龄时，由于继承恒牙胚萌出过程中产生的压力，使乳牙根发生生理性吸收而脱落，同时恒牙萌出。病理性吸收有内吸收和外吸收，其中乳牙牙髓炎、根尖周炎、牙外伤和经活髓切断术、盖髓术治疗的牙都有可能出现牙内吸收或外吸收。

发生牙体吸收的乳牙一般无自觉症状，常常是在 X 线检查时才能发现。牙体内吸收从髓腔壁开始，吸收部位各异，可发生在髓室，也可发生在根管口或根管内，当髓室吸收接近牙面时，牙冠内富有血管的肉芽组织可透过菲薄的牙釉质使牙冠呈现出粉红色。位于乳磨牙髓室的吸收可使髓室底穿通，位于根管的内吸收可使牙根折断。

乳牙的外吸收一般也无症状，它是由牙体表面向髓腔内发展，吸收的牙骨质可出现凹陷或蚕蚀状，当吸收限于牙体硬组织时，牙髓组织已有散在的炎症细胞；当吸收侵犯到牙髓时，牙髓组织则出现明显的炎症变化；当吸收使牙根变短后可出现牙齿松动。

三、乳牙根尖周病

乳牙根尖周病是指根尖周围或根分歧部位的牙骨质、牙周膜和牙槽骨等组织的炎症性疾病。乳牙根尖周病绝大多数是由牙髓病或牙髓感染发展而来，通过根管治疗可治愈。由于乳磨牙根分歧处的硬组织薄，副根管多，牙髓感染易通过这些途径扩散，因此，乳磨牙根尖周炎症又常发生于根分歧下方的根周组织内，表明绝大多数根尖周病是与乳磨牙的髓底解剖结构有关。

来自牙髓的感染是乳牙根尖周病最主要的病源，其次是牙齿遭受外力的损伤，例如跌倒、碰撞、打击对牙的伤害，以及牙髓治疗过程中药物或充填材料使用不当等造成根尖周组织的严重损害。在牙髓感染中，牙髓炎症，特别是牙髓坏死以后，细菌及其毒素、组织分解产物可通过根尖孔到达根尖周组织，或通过侧支根管、副根管到达根尖周组织而引起根尖周病。根管的感染是以厌氧菌为主体的混合感染，感染根管内可产生许多物质，其中主要是内毒素和各种侵袭性酶，它们具有强的致炎作用和导致组织崩解和破坏的能力。

乳牙根尖周炎的早期症状不明显，就诊时病变多较严重，相当一部分是出现急性牙槽脓肿或间隙感染后方才就诊。临床上的急性根尖周炎多数是慢性根尖周炎急性发作，即当引流不畅、破坏严重而机体抵抗力较差时导致的急性炎症，此时，可出现较为剧烈的自发性疼痛、咀嚼痛和咬殆痛，若穿通患牙髓腔，常见穿髓孔溢血或溢脓，患牙松动并有叩痛，根尖部或根分歧部位的牙龈红肿，有的出现颌面部肿胀、淋巴结肿大，并伴有全身发热等症状。积聚在根尖组织的脓液若未通过人工方法建立引流，则沿阻力小的部位排出，使牙龈出现瘘道，反复溢脓，反复肿胀。而且，因乳牙牙周组织较疏松，脓液易从龈沟排出，加剧患牙松动。若治疗及时，炎症很快消退，当炎症消退后，牙周组织还能愈合并恢复正常。牙龈出现瘘道后，急性炎症则可转为慢性炎症。

四、年轻恒牙牙髓病及根尖周病

年轻恒牙的牙髓炎多数是由龋病引起，但牙齿结构异常、牙外伤也可引起，有的则是医源性因素。龋病引起的牙髓炎多是慢性炎症，若深龋使牙髓广泛暴露，则常常形成慢性增生性牙髓炎，即牙髓息肉，而龋病引起的急性牙髓炎往往是慢性牙髓炎的急性发作。严重的牙齿创伤或制洞过程中的意外穿髓，则可使牙髓发生急性炎症或牙髓坏死。

年轻恒牙的根尖周病多是牙髓炎症或牙髓坏死的继发病，此时的牙髓感染可通过宽阔的根尖孔引起根尖周组织的炎症或病变。若病源刺激强，机体抵抗力弱，局部引流不畅，则可能很快发展为急性根尖周炎。若病原刺激作用弱，机体抵抗力增强，炎症渗出物得到引流，急性炎症又可转为慢性炎症，其中，由于机体抵抗力较强，根尖周组织长时间受到轻微刺激而表现出的根尖周骨小梁密度增强的根尖周致密性骨炎则较为多见。

由于年轻恒牙牙髓和根尖周组织疏松，血液丰富，一旦发生炎症感染易于扩散，如治疗及时，炎症也易控制和恢复。

第三节　乳牙龋病的诊断和治疗

一、乳牙龋的分类

龋病的分类方法较多，可根据龋坏的进展情况和病变部位分类（见前），儿童龋病的分类也是在此基础上进行的。乳牙龋病在临床上可表现为急性龋与慢性龋，湿性龋与干性龋。由于乳牙牙体硬组织矿化程度低，容易脱矿，常见龋蚀呈急性龋、湿性龋。在牙冠广泛崩坏时，牙髓仍属正常，龋蚀可以停止进展，表面硬化，呈暗褐色的静止龋。与恒牙龋蚀相比，乳牙龋坏有其独特的临床表现，分类方法较多。

（一）临床分类

1. 喂养龋（nursing caries）　又称为奶瓶龋（baby-bottle caries、bottle-mouth caries、nursing bottle caries、baby-bottle tooth decay、nursing-bottle syndrome、milk-bottle syndrome 等），主要是由于不正确奶瓶喂养或人工喂养方式引起。喂养婴幼儿时，由于吸吮时的负压将乳头或橡皮奶嘴紧抵上腭，舌将上下牙列隔开，乳汁或果汁等与除下颌乳前牙以外的所有乳牙接触，特别与上颌乳前牙接触频繁且时间较长，这样牙面菌斑中的致龋菌便可利用这些液体食品中的乳糖,果糖及蔗糖发酵产酸，致菌斑 pH 降至临界 pH 以下即可发生釉质脱矿，产生龋损。这一过程在婴幼儿睡眠时尤为突出，因为孩子入睡后上颌乳前牙即浸泡在这些可发酵的液体食品中，加上睡眠时口腔中唾液分泌减少，流速减慢，吞咽减少，对酸的清除减慢，口腔中的致龋菌比平时更充分的利用这一静止的周围环境，迅速产酸，导致喂养龋的发生。

喂养龋主要发生在上颌乳前牙和上颌乳磨牙，较快发展成广泛性龋。喂养龋少见于下颌乳前牙，可能与吸吮时下颌、下唇的运动以及下颌乳前牙近舌下腺、颌下腺导管的开口等因素有关。

2. 环状龋（annular caries）　乳前牙唇面,邻面龋较快发展成围绕牙冠的广泛性的环形龋，呈卷脱状，多见于牙冠中 1/3 至颈 1/3 处，有时切缘残留少许正常的牙釉质及牙本质。其发生有学者认为与乳牙新生线的矿化薄弱有关，但有学者予以否认，并经病理组织学之观察分析，认为环状龋的形成与乳牙牙颈部出生后牙釉质的矿化程度低有关。龋蚀向两侧扩展，而不易向矿化程度较高、抗酸性能较强的出生前釉质扩展，以致形成环状。环状龋的发生与局部食物易滞留及自洁作用较差也有关。环状龋在恒牙中甚为少见。

3. 猖獗性龋（rampant caries）　又叫猛性龋，是指短期内发生在多数牙位，多数牙面的急性进展性重度龋病，常累及不易患龋的下颌乳前牙和磨牙的牙尖、牙嵴，而且随着乳牙龋蚀的发展很快发生牙髓感染。临床上常见在同一个体的大多数乳牙，甚至全部乳牙在短时间内同时患龋，且在同一牙上有多个面受累，牙冠很快被破坏，甚至成为残冠和残根。

（二）Massler，Schour 分类

此分类把乳牙龋损归纳为 4 类：

1. 单纯性龋（simple caries）　即常见的由磨牙咬殆面窝沟，邻面开始的龋损。

2. 忽视性龋（neglected caries） 指因口腔卫生差，又未得到及时治疗，龋损牙数增多，范围增大的龋损。

3. 少年龋（teenage caries） 指在生长活跃的青春前期，新生的龋急速发展，牙本质很快崩坏的一类龋损。

4. 猖獗性龋（rampant caries） 包括涉及下颌前牙在内的绝大多数牙面快速，广泛的龋损。

（三）ABC 分类

首先把上下颌乳牙分为前牙区（F）、磨牙区（M）共 6 个牙区，A 型是指龋损仅出现在上颌 F 或仅出现于磨牙 M；B 型是上颌 F 和 M 区同时出现龋损；C 型指下颌 F 有龋或是包含下颌 F 部及其他部同时患龋者。上述 3 型中，A 型为单纯性龋，如及时修复治疗，预后较好。B 型的龋敏感性较高，需及时治疗与定期检查。C 型常呈重度龋病，龋敏感性更强，应特别关注。

（四）四度分类

按乳牙龋蚀的程度将乳牙龋分为 4 度。Ⅰ度龋（C_1）为表面浅龋可呈白垩色或褐色斑，轻度实质缺损或涉及牙本质浅表处，可用探针探及确认，窝沟处探入深度约 1mm，好发于乳牙窝沟、邻面及颈部。Ⅱ度龋（C_2）指牙本质龋坏明显，窝沟处探针探入深度约 2mm，龋坏与髓腔之间有正常牙本质，感染未涉及牙髓。Ⅲ度龋（C_3）指龋坏致牙髓暴露、髓腔穿通，有牙髓病症状或牙已变色，治疗时需作牙髓治疗或根管治疗。Ⅳ度龋（C_4）指龋坏致牙冠组织崩溃，成残冠或残根，牙髓组织早已感染。乳牙有时虽牙冠崩溃，损坏范围广，但牙髓仍保持正常，这种情况属于 C_2，是龋坏停止或呈缓慢进展所致，牙本质呈暗褐色，表面较硬，即静止龋。

二、乳牙龋的临床特点

在儿童口腔疾病中以乳牙龋病最为常见，儿童龋病与成人龋病在病因和组织病理学方面有许多相似之处，但由于儿童的生长发育、牙体硬组织的解剖特点、饮食习惯、口腔卫生习惯等特点，导致儿童较成人更易患龋，病变发展更为迅速，对全身的危害更为严重。与恒牙龋损相比，乳牙龋损的临床表现有其特异性：

1. 患龋率高、发病早　乳牙萌出不久即可患龋，发病时间早，大量的流行病学调查结果均显示乳牙的患龋率、龋均明显高于恒牙，6~8 岁达到高峰。

2. 龋齿多发、龋蚀范围广　在同一儿童的口腔内多数乳牙常同时患龋，也常在一个牙的多个牙面同时患龋，恒牙龋蚀主要发生在咬殆面和邻面，乳牙龋蚀除发生在咬殆面、邻面外，还常发生在唇面、舌面等光滑面和牙颈部。

3. 龋蚀发展速度快　乳牙的牙体因龋蚀可很快崩坏，在短时间内易转变为牙髓炎、根尖周炎和残根、残冠等。

4. 自觉症状不明显　乳牙龋蚀发展快，但自觉症状不如恒牙明显，故临床上常因家长忽视，待发展成牙髓炎或根尖周病时才来就诊。

5. 修复性牙本质形成活跃　与成人恒牙相比，乳牙龋蚀促使修复性牙本质的形成活跃，此防御功能有利于龋病的防治。修复性牙本质能防御细菌感染牙髓，保护牙髓。

三、乳牙龋的诊断要点

尽管乳牙龋病的分类多种多样，但临床诊断主要以病变和特定的临床表现为依据，因此儿童乳牙龋病的诊断一般并不困难，但要完全准确地诊断各型龋病亦并非易事，必要时应根据条件选用一些准确性较高的特殊检查。

1. 浅龋　牙釉质龋，一般没有任何症状，窝沟点隙呈墨浸状着色且不易去除，探之粗糙或探针尖能稍稍插入，滑动有阻力；或见光滑面有白垩色斑即可诊断。对难以诊断的邻接面龋，常需要结合牙线、X 咬翼片和光透照等方可确诊。

2. 中龋　牙本质浅龋，激发痛因人而异，乳牙多不明显，无自发痛，龋洞为中等深度，洞内有食物残渣滞留，探痛和温度刺激痛不如年轻恒牙明显，洞底为黄褐色或棕褐色或棕黑色软龋。

3. 深龋　牙本质深龋，激发痛较中龋明显，但仍因人而异，无自发痛，龋洞较深，近髓，但未穿髓。

4. 继发龋　充填修复后洞缘或洞壁或洞底再次发生的龋病。有牙体充填病史，通过常规视诊和探诊可确诊洞缘继发龋，洞壁或洞底继发龋则靠 X 光片而确诊。

5. 猖獗性龋　有嗜甜食或情绪紧张病史，临床表现的特点为：短期内发生多个牙、多个牙面的急性进展性龋病，常累及不易患龋的下颌前牙和牙尖、牙嵴，患儿唾液少而稠。

6. 奶瓶龋　有长期夜间睡觉前喝牛奶或哺乳的不良习惯，临床特点为：上颌乳切牙光滑面和上颌第一乳磨牙咬殆面的广泛性龋损而下切牙无龋。

7. 环状龋　临床上见围绕上颌前牙牙冠颈部 1/3 处的环状龋损即可确诊。

四、乳牙龋的治疗

乳牙龋病的治疗目的是终止龋病的发展，保护牙髓的正常活力，避免因龋而引起的并发症；恢复牙体的外形和咀嚼功能，维持牙列的完整性，使乳牙能正常地被替换，有利于颌骨和全身的生长发育。近年来，随着口腔医学和材料学的发展，在乳牙龋病的治疗方法及使用材料方面均有一定的进展，针对不同程度的龋损，龋病的治疗主要有阻断性治疗、再矿化治疗和修复治疗。

（一）阻断性治疗

阻断性治疗（interceptive treatment）是指不切割或少切割牙体龋损组织，仅在龋损部位涂抹适当的药物使龋损停止发展或消失。

1. 适用范围　以涂药方法治疗龋病主要适用于龋损面广泛的浅龋或剥脱状的环状龋，不易制备洞形的乳牙。这类龋损常见与乳前牙邻面和唇面，有时也可见于乳磨牙的咬殆面与颊面。若有条件应尽可能作修复治疗，因为药物治疗并不能恢复牙体外形，仅起抑制龋蚀进展的作用。

2. 常用药物　治疗龋病的常用药物为 2%氟化钠溶液、8%氟化亚锡溶液、1.23%酸性氟磷酸钠溶液、75%氟化钠甘油糊剂、10%氨硝酸银溶液和 38%氟化氨银溶液，前 4 种无腐蚀性，可用于不合作儿童。近来有学者用氟保护漆（fluoride varnish）进行乳牙环状龋的阻断治疗也取得了良好的效果。

3. 药物作用原理　①氟与釉质中的羟磷灰石作用，大量变成难溶的氟化钙，少量

成为氟磷灰石，氟磷灰石的抗酸能力强，从而增强釉质的抗龋力；停留在釉质表面的氟化钙可有少量溶解而释放出氟和钙离子，促进龋坏组织的再矿化。氟保护漆固化后可封闭暴露的牙本质小管，阻断龋病的进一步发展。②氨硝酸银涂布，又称氨银浸镀法，主要是硝酸银中的银离子与有机质中的蛋白质结合形成蛋白银沉淀，从而起抑菌和杀菌作用。银离子沉积于牙本质小管能堵塞小管，并抑制小管内的细菌生长和繁殖。③氟化氨银水溶液涂布，可形成难溶的蛋白银、氟化钙和磷酸银，且对牙髓的刺激小于硝酸银。氟化氨银对无机质、有机质均有强化作用，同时有较强的杀菌作用，可杀灭软化牙本质及牙本质小管内的细菌而抑制龋蚀的发展，其抑菌作用优于硝酸银和氟化钠，缺点是对软组织有腐蚀性，可使局部牙面变黑。

4. 操作步骤　①除去腐质及无基釉或尖锐边缘，修整外形，形成自洁区。②清洁牙面，干燥防湿：清洁前可先涂菌斑染色剂，明确范围，以便彻底清洁。欲含氟药物涂布者，清洁牙面时不宜使用含碳酸钙的摩擦剂，因药物中的氟离子易与碳酸钙中的钙离子结合形成氟化钙，影响氟化物对牙齿的作用。牙面清洁后需吹干，用棉卷隔湿或用吸唾器排唾，以免唾液污染牙面或将药物溢染他处。③选择合适的药物涂布于患区：涂药要有足够的时间浸润牙面，操作时应反复涂擦 2~3 分钟，每周涂 1~2 次，3 周为一疗程。使用有腐蚀性的药物时，药棉切忌浸药过多，结束时应拭去过多的药液，以免流及粘膜造成损伤。涂氟 30 分钟内不漱口、不进食。

应用药物治疗时应注意，使用氟化物应避免咽下，使用硝酸银、氟化氨银应避免触及粘膜组织。另外，银浸镀后会使牙齿变黑，治疗前应先征得家长的同意。

（二）再矿化治疗

对已经脱矿而硬度下降的早期釉质龋，用特殊配制的再矿化液处理牙面使其重新沉积钙盐，恢复牙釉质的硬度，这种治疗方法为早期龋的再矿化治疗（remineralizative treatment）。

1. 适用范围　乳牙光滑面的白斑釉质龋；对龋病活跃的龋高危儿童可作预防用。

2. 再矿化液　再矿化液主要有单组分和复合组分两种类型，近年来的研究更趋向用复合组分的再矿化液，此类再矿化液的主要成分为氟化物、钙盐和磷酸盐类。

3. 应用方法　用作含漱剂时每日含漱；用作局部涂抹剂时先清洁釉质白斑区，隔湿、干燥，用小棉球饱浸药液放置于白斑处，反复涂擦 2~3 分钟，每周涂抹 1~2 次，3 周为一疗程。要获得良好的再矿化效果，还必须注意改善患儿的口腔卫生状况，限制甜食，否则再矿化治疗的效果不会令人满意。

（三）修复治疗

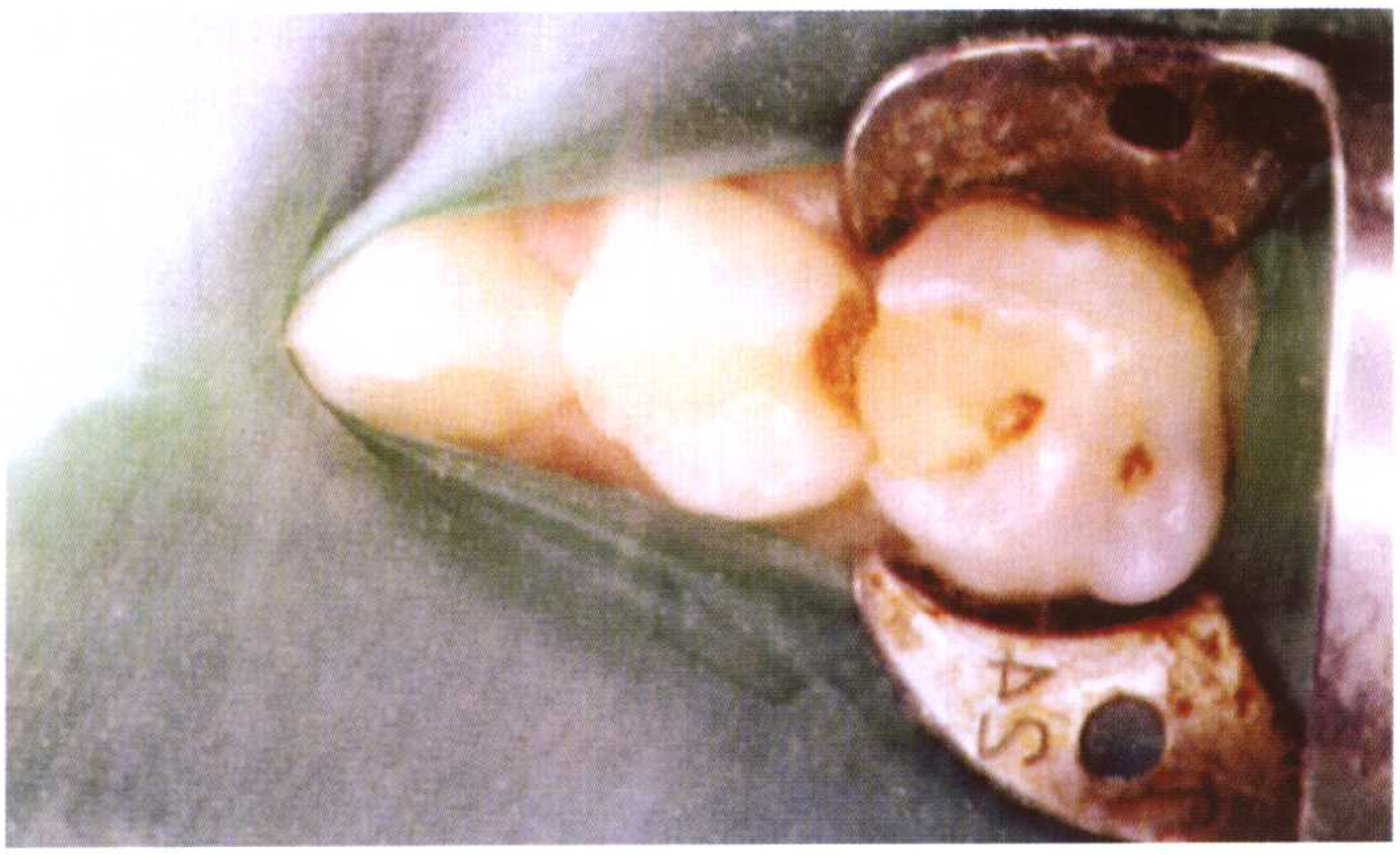
乳牙龋损后可致咀嚼功能降低，多个乳牙牙冠破坏严重时可致乳牙牙弓长度缩短、咬殆高度降低，对颌面的正常生长发育及恒牙列的形成均带来不良影响。故去除病变组织、恢复牙体形态、提高咀嚼功能的修复治疗（restorative treatment）是非常重要的。

1. 充填治疗（filling）　指去除龋坏组织，制备大小与形态适当的窝洞，在保护牙髓的状况下，用牙科材料充填窝洞，恢复牙体外形的一种治疗方法。

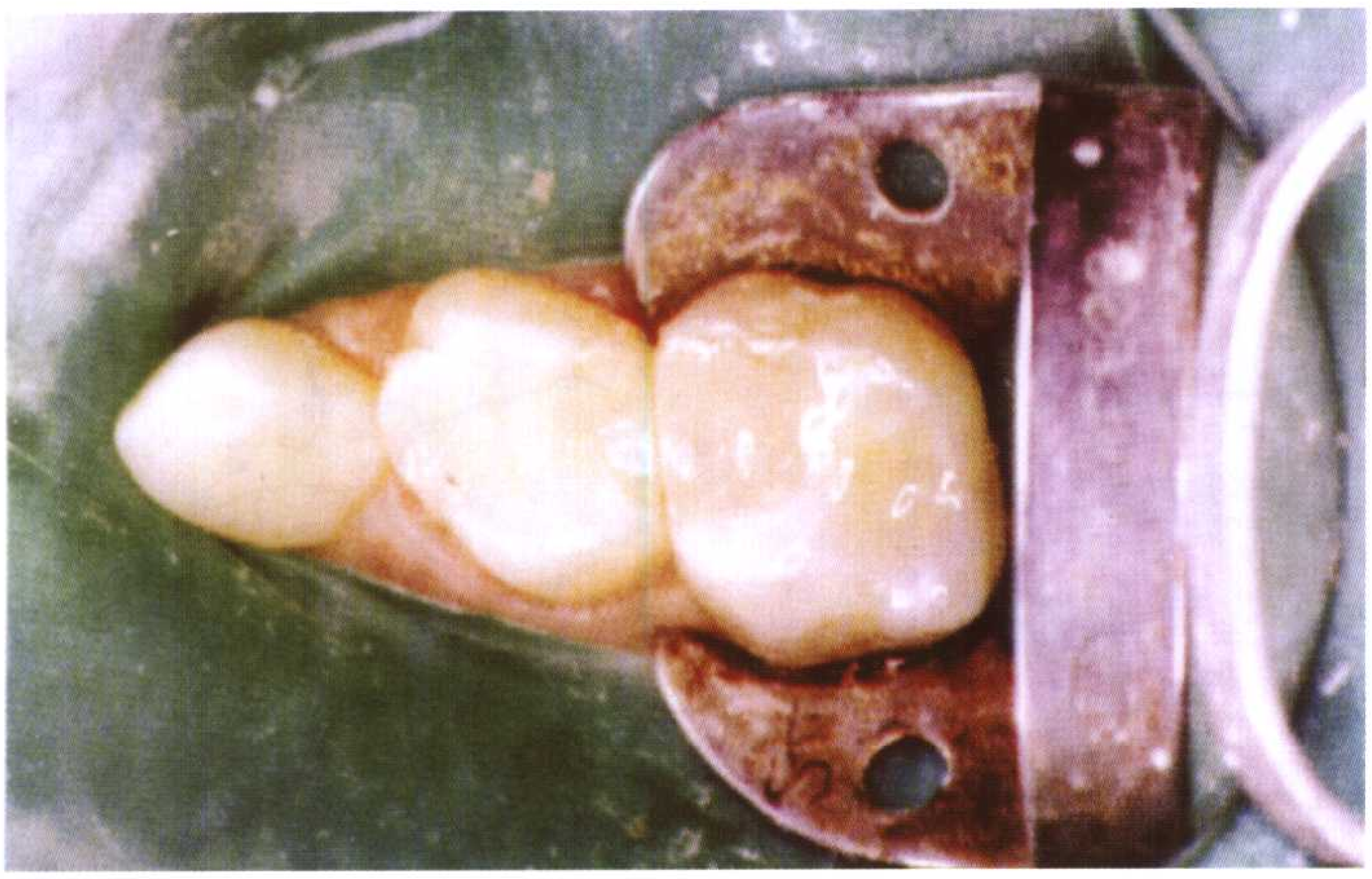
（1）窝洞的制备：基本原则同恒牙的牙体窝洞制备，但应考虑乳牙牙体解剖结构的特点，如牙釉质、牙本质薄，牙髓腔大，髓角高，牙颈部缩窄，牙冠向咬殆面聚拢以及易磨耗等。制备洞形时还应考虑到不同的修复材料对洞形有不同的要求。目前儿童牙科常用的备洞器械仍然是钻机，近年来在一些发达国家采用了一些备洞新技术以减轻由于

钻机备洞可能给儿童造成恐惧和疼痛，如化学机械备洞、激光备洞和喷砂备洞新技术。Carisolv 是在化学机械备洞时应用的一种去除龋坏组织的新型活性凝胶，应用 Carisolv 的化学机械备洞在乳牙龋损的治疗中已被证明为一种有效的创伤小的治疗新技术。激光备洞去除龋坏组织可不用术前麻醉，且几乎无术后反应。喷砂备洞需要橡皮防水障和强吸唾装置，不用钻机，虽然避免了患儿对牙钻的恐惧，但有吸入石英砂的危险。

（2）牙体组织的修复：在修复牙体外形时应考虑到乳牙的牙釉质和牙本质均较薄，凡位于牙本质中层以下的窝洞均应垫底后再充填。垫底材料要对牙髓无刺激，如氧化锌丁香油粘固粉，聚羧酸锌粘固粉等。由于磷酸锌粘固粉中的游离磷酸对牙髓有刺激，应尽量避免使用。对于较薄的复面洞邻面轴壁，可放置 Dycal、Cavital 等氢氧化钙制剂作洞衬后再行充填治疗。儿童牙科临床常用的牙体修复材料有银汞合金，玻璃离子材料，复合树脂及复合体材料。因其毒性和不美观，银汞合金在儿童牙体缺损修复治疗中的应用越来越少，逐渐被一些性能优良的牙色材料，如树脂增强型玻璃离子粘固剂（resin-modified glass ionomer cements），复合体材料（compomer）所替代（见图 17-2）。儿童牙体缺损修复的操作基本同于恒牙牙体修复，但在修复乳牙邻面外形时还应考虑到乳牙列生理间隙的存在，不必勉强恢复接触点。在多个牙的牙冠崩坏时，应注意恢复咬殆高度。



a



b

图 17-2　乳牙龋及复合体修复

a. 修复前　b. 修复后

2. 嵌体修复（inlay treatment） 乳牙龋的嵌体修复主要以银合金嵌体为主，近年来复合树脂嵌体的应用正在增多。嵌体修复乳牙窝洞的优点为抗压性强，能很好地恢复患牙的解剖形态，尤其是恢复邻面、牙颈部等较难恢复完善的部分，能理想的恢复牙间接触点，可修复范围大，有因其物理性能强而不易折裂，修复体保留率高，修复后继发龋少。其缺点是牙体制备时需去除的牙体组织较充填法多，金属嵌体的颜色与牙体不协调，又因材料与牙体组织物理性能的差异，使修复体与牙体的磨耗度不一。乳牙的嵌体修复适用于乳磨牙Ⅰ类复合洞形和Ⅱ类复合洞形的修复。牙体制备时应注意Ⅰ类洞形的深度应达牙本质约 1.2mm ，咬𬌗面与颊舌面的洞缘稍作成斜面。在复合Ⅱ类洞，龈壁的洞缘不制成斜面。由于乳牙牙本质薄、髓角高，牙体制备时应避免穿髓。

3. 金属成品冠修复（metal crown restoratiom） 在恒牙牙冠修复中已用铸造冠代替锤造冠，而乳牙牙颈部明显缩窄、髓腔宽大、髓角高以及釉牙本质薄，若以铸造冠修复的要求制备牙体组织就极易露髓，因此在乳牙基本不作铸造冠修复，而以成品冠修复乳牙牙冠大面积缺损。

金属成品冠厚度为 0.14mm，为镍铬合金冠，富有弹性，且具有各乳磨牙的不同解剖形态及不同大小。主要用于乳磨牙牙体广泛缺损，难以获得抗力形和固位形者；颈部龋损致窝洞已无法制备龈壁者；一个牙多个牙面龋损者；龋病活跃性强，易发生继发龋者；釉质发育不全的乳牙；以及在全冠丝圈式间隙维持器中作固位体。金属成品冠修复的优点是牙体制备所需去除的组织较少，较容易恢复牙冠的解剖形态、近远中径和功能，操作简单。缺点是成品冠与牙颈部的密合需要操作者用冠钳处理，易受人为因素的影响；成品冠较薄而易磨损。

金属成品冠的修复步骤如下：

（1）牙体制备：首先清洁牙面，去除龋坏组织。细的金刚砂针切割邻面使近远中面相互平行（图 17-3）。若第二乳磨牙为牙列中最后一个牙时，远中面的制备比近中面稍深达龈下。颊舌面制备时应注意颊面近颈部 1/3 处隆起，此处应较多地切割，但应掌握适度，以免使牙体与成品冠之间的空隙过大（图 17-4）。颊面与邻面相交处应制备成圆钝状移行。

（2）成品冠的选择：按牙的类别及其大小选择合适的成品冠，一般成品冠以其近远中径的大小制定冠的号码。为减少患儿的不适，可用间接法来进行选择，即在牙体制备完成后，对该牙局部取模，翻制石膏模型，在模型上测量患牙的近远中径，选择合适的成品冠。

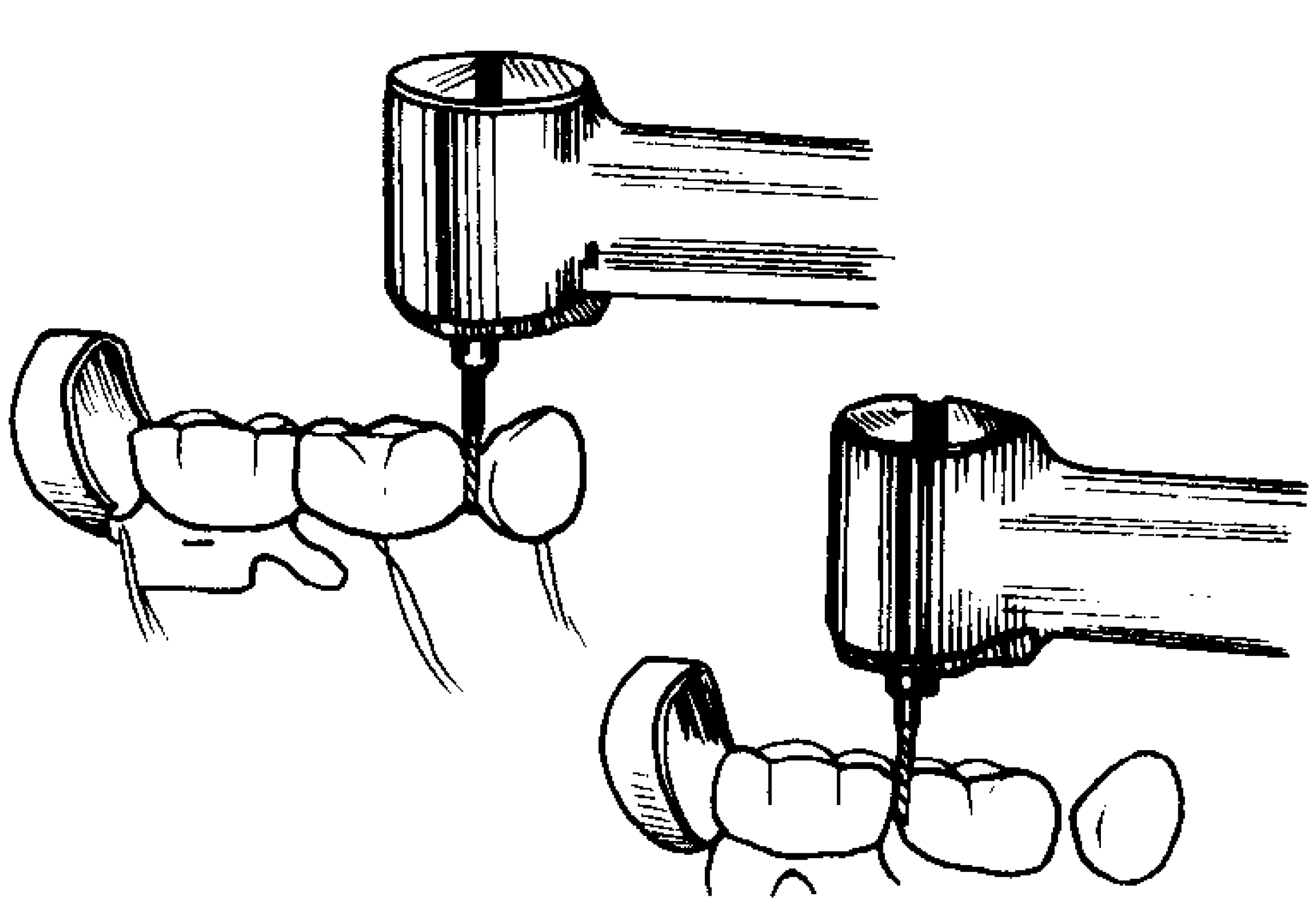


图 17-3　近远中面的制备

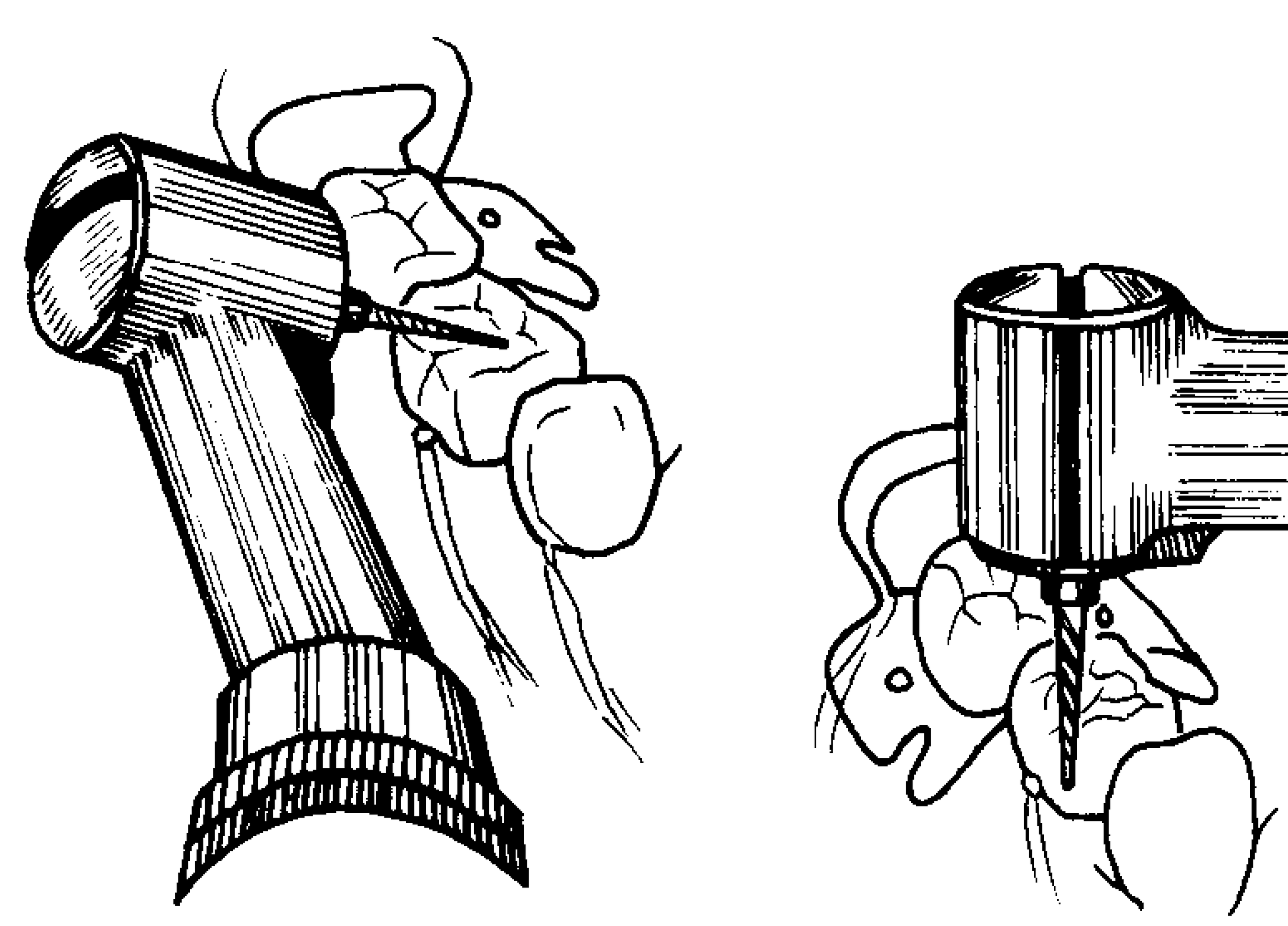


图 17-4　𬌗面及颊面制备

（3）修整成品冠：参照模型上患牙的牙冠高度及颈缘曲线形态，剪除，修整成品冠的高度及颈缘，颈缘需达龈下 0.5~1.0mm。用各种冠钳调整冠的形态，恢复牙冠应有的隆起，缩紧牙颈部，尽量恢复患牙的解剖形态。

（4）磨光颈缘、试戴：用金属剪修剪过的颈缘必须用细砂轮、橡皮轮等磨光，以免刺伤牙龈。试戴时应检查咬合面有无高点，牙颈部是否密合及成品冠与邻牙的关系等。

（5）粘固：经确认为适用的成品冠后，用玻璃离子材料或聚羧酸粘固粉粘固。图 17–5 为已修复完成的金属成品冠。

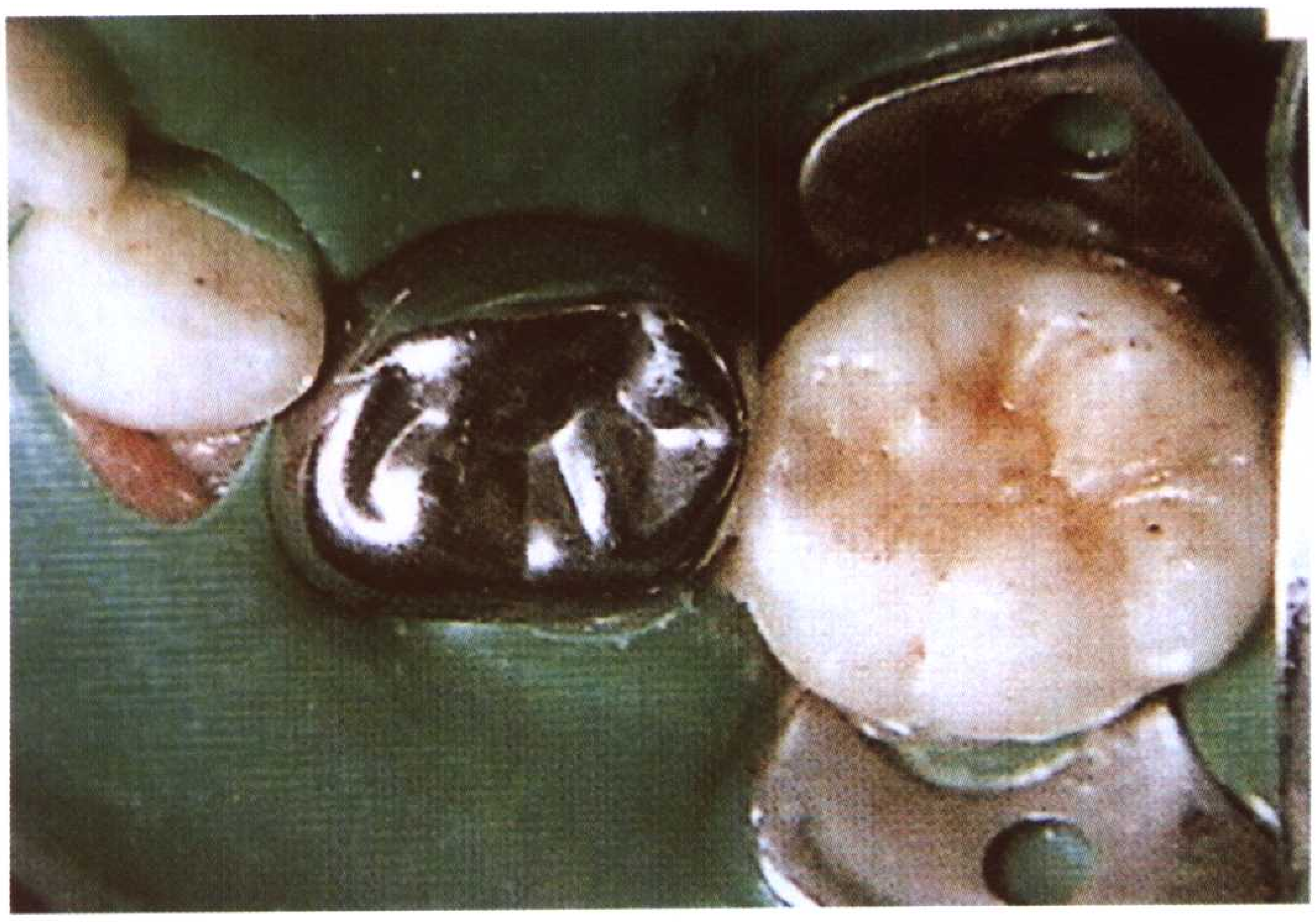


图 17–5　乳牙金属冠修复

（四）非创伤性修复治疗

为了让更多的人得到口腔保健和治疗，Frencken 等口腔医生于 80 年代中期在非洲开始试验，提出了非创伤性修复（atraumatic restorative treatment，简称 ART）的方法，获得的令人鼓舞的研究成果，世界卫生组织于 1994 年 4 月 7 日正式提倡推广 ART 技术。ART 是指仅用手用器械如挖器、锄形器除去龋坏组织，然后用具有粘结性、抗压和耐磨性能好的新型玻璃离子材料充填窝洞的一种方法。

1. ART 的适应证　该方法用于手用器械能够进入，无牙髓暴露，无可疑牙髓炎的恒牙和乳牙牙釉质龋、牙本质龋的充填治疗。ART 多用于单面洞的充填，成功率与洞的大小、外形以及术者的操作有关。

2. ART 的优越性　ART 采用可随身携带的手用器械，不需要昂贵的电力驱动的口腔设备；仅除去脱矿的牙体组织，要求最少的洞形制备，保存了完好的牙体组织；ART 不使用钻机，减轻了疼痛，降低了局麻的需要；控制交叉感染的方法简便，每次使用后手用器械易被清洁和消毒；ART 所使用的玻璃离子化学性粘结作用降低了为获得固位型而切割正常牙体组织的需要；玻璃离子中释放的氟能使软化牙本质再矿化，并能预防继发龋的发生，兼有预防和治疗双重作用。ART 操作简单易学，不需要专业培训的牙科医生，且费用较低，没有令人恐惧的钻牙和噪音，病人易接受，最大的优点是使更多的人获得了口腔治疗机会，使医务工作者可离开临床深入到病人生活的环境中。

由于玻璃离子修复材料的强度及耐磨性能较差，ART 仅用于中小单面窝洞的充填；

玻璃离子修复材料用手工调拌，可能由于操作者或地理、气候条件等不同，调和的材料不易达到标准；玻璃离子修复材料在反应过程中体积收缩，产生微漏，即使在所有步骤都很标准的情况下仍难避免。此外，由于研究时间尚短，故玻璃离子修复材料的长期保留率尚有待研究。

3. 所用器械和材料　ART所用基本器械有口镜、探针、镊子、锄或斧形器、勺型挖器、玻板或纸垫、调拌刀、雕刻刀。还可配备一蓄电池供电的光源。ART用挖器来去除软化的龋坏牙本质。常用挖器有三种尺寸，小号挖器直径1mm，如Ash153-154，用来去除小龋洞釉牙本质交界处的龋坏组织，由于其颈部相当薄弱，使用太大的力容易折断。中号挖器直径1.5mm，如Ash131-132，用来去除较大龋洞的软龋，其光滑面也可用于将修复材料压入小窝洞内。大号挖器直径2mm，如Ash127-128，用于大龋洞，也可用于去除修复体上过多的玻璃离子材料。锄或斧形器来扩大进入龋洞的入口，在挖出龋坏牙本质后，去除无支持的龋坏牙釉质。器械刀刃的宽度接近1mm，如Ash10-6-12。雕刻刀有两种功能，平头用于放置充填材料，尖头用于去除多余充填材料和修整外形，如Ash6专用型。玻板、纸垫和调拌刀是调拌玻璃离子所必需的，调拌刀要有弹性，便于准确而迅速地调拌粉液。ART所用基本材料有：手套、棉卷、小棉球、玻璃离子粉液、牙本质处理剂、凡士林、木楔、塑料成形片和清水。棉卷用于隔湿，以保持术区干燥。小棉球用来蘸清水清洁窝洞。牙本质处理剂处理窝洞后可增加修复材料与窝洞的粘结。凡士林是用来防止玻璃离子脱水和与手套粘连。塑料成形片用于复面修复体的邻面成形，木楔用于固定塑料成形片，使之紧贴邻面，以免充填材料压迫牙龈。

玻璃离子修复材料以化学性粘结粘附于牙釉质及牙本质，并对窝沟有较好的封闭作用；玻璃离子材料固化后能缓慢地释放氟，能预防和减少继发龋的发生；玻璃离子材料与牙髓的生物相容性好，在固化的初期阶段，材料可能导致轻度的牙髓刺激，在完全固化之后（24小时）这种反应不再发生，玻璃离子材料也不导致牙龈的炎症反应。以前使用的玻璃离子修复材料并非完美，它较之传统的牙科修复材料如银汞合金的缺点是其表面耐磨性及硬度较低。使用玻璃离子材料治疗龋病，不但能将龋洞充填，而且还将阻止龋病的发展及进程。目前在ART中使用的材料主要是化学固化的玻璃离子修复材料，该材料分为粉剂和液剂两部分，充填前混合。粉剂中含有二氧化硅、三氧化铝和氟化钙，液体为聚丙烯酸或去离子水。如果液体为去离子水，聚丙烯酸则以粉末状存在于粉剂中。

4. ART的操作步骤

（1）调节体位：与其他口腔治疗操作一样，ART首先医患双方需要一个适当的体位。操作者的体位应达到有观察口内的最佳视线，同时病人和医生都感觉舒适。操作者应稳坐于凳上，位于患儿头部后方。助手在操作者的左侧尽可能靠近病人，以便看清操作区域并传递操作者需要的器械，助手还需要一个稳定的桌面来摆放器械和材料。如果操作者是独立操作，则坐在患儿后方的适当位置，放器械和材料的小桌子位于患儿的头部侧方或操作者的右侧并靠近患儿的身体。患儿的体位以躺在平面上为宜，颈部可垫一些软泡沫或橡皮环，这样患儿能在该体位保持较长的时间且感觉舒适。ART常采用便携式光源，如头灯,有光源附着的眼镜或有光线传递的口镜，对这三种光源，一个充电电池就能提供能源。

（2）口内预备：ART成功的一个很重要的方面就是术区唾液能得到有效的控制，保

持术区干燥。棉卷可用于吸收唾液，对于短暂隔湿相当有效。上牙的隔湿只需把棉卷置于唇颊侧，下牙的隔湿需要把棉卷放置于口底的两侧及治疗牙同一侧上颌的颊面。

（3）清洁牙面：用湿棉球清洁牙面，去除牙面的软垢和菌斑，使操作者清楚看见龋坏的范围及无基釉，干棉球擦干牙面。

（4）扩大龋洞入口：如果龋洞入口小，需扩大入口。用锄或斧形器的刀刃放于入口处，像开锁一样转动器械，扩大龋洞入口，脱落的釉质碎屑用湿棉球擦去。如果洞口非常小，可先用锄或斧形器刀刃的一角放入并转动，扩大入口。

（5）去除腐质：根据龋洞的大小选择适当的挖器去除龋坏组织，从釉牙本质界到洞底逐步进行。从釉牙本质界去除软龋时常会遗留一些无牙本质支持的无基釉，这些悬空的无基釉很容易碎裂，故应除去。用锄形器向下轻加压即可去除无基釉。注意，去尽釉牙本质交界处的腐质非常重要，否则修复材料与牙体之间的粘结力会大大降低，且细菌可通过充填体与洞壁之间的缝隙进入深部，造成龋坏的进一步发展。挖出的腐质可放于助手准备好的棉卷上，或放在口内牙旁的棉卷上。图 17-6 显示的是 ART 扩大龋洞入口和去除腐质。

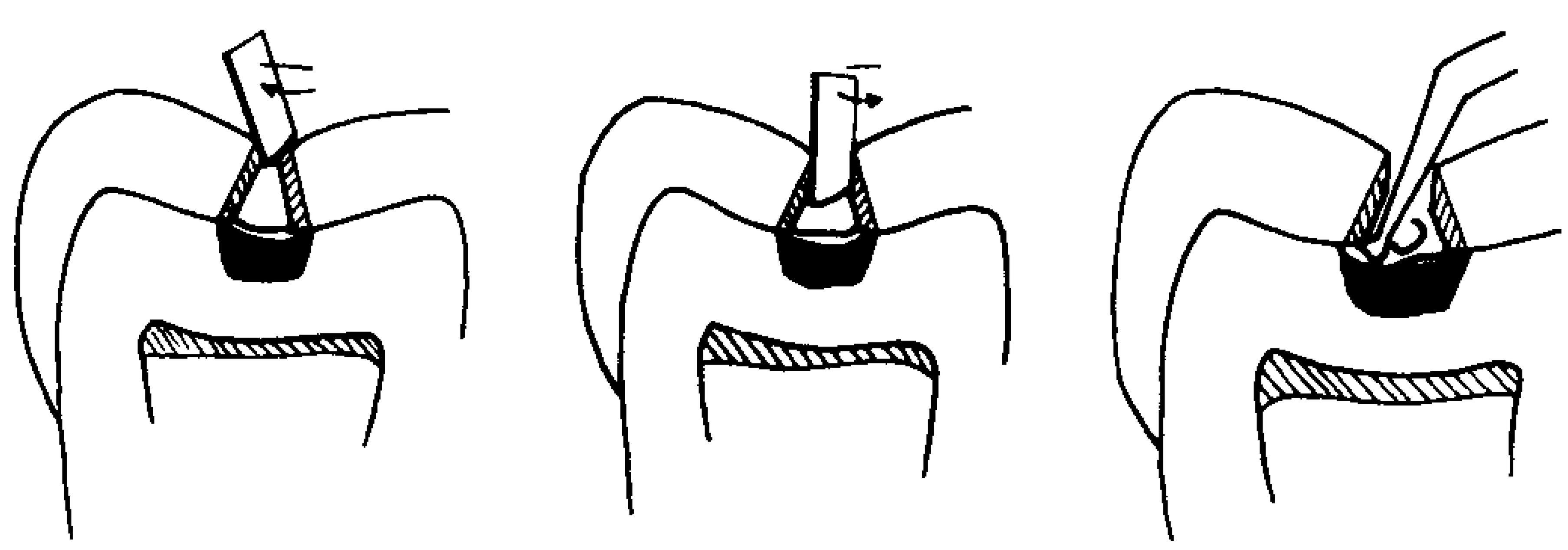


图 17-6　扩大龋洞入口，去除腐质

（6）清洗窝洞：用小棉球蘸温水清洗窝洞，干棉球擦干窝洞。

（7）处理窝洞及咬𬌗面：对于近髓的深洞，需在近髓处放置氢氧化钙制剂，如 Dycal 以保护牙髓。用小棉球蘸一滴牙本质处理剂涂擦窝洞洞壁及咬𬌗面 10~15 秒，再用湿棉球清洗窝洞两次，干棉球擦干。

（8）调和玻璃离子粉液：在 20~30 秒内严格按照使用说明上的粉液比调和玻璃离子粉液。

（9）充填：充填过程中应确保术区干燥，如果必要，放置新的棉卷。用雕刻刀的平头端将调和好的材料放入窝洞中，用挖器的光滑面将材料压入洞角，避免产生气泡，同时在邻近沟裂处放置少量材料。在食指的手套上涂上凡士林，将还未变硬的修复材料压入窝洞和沟裂中，这就是 ART 的指压技术。充填过程不应超过 1 分钟。多余的材料在指压中向颊舌侧或邻面沿牙尖斜面扩展，用挖器立即去除多余材料。若充填邻面洞，则需使用塑料成形片和木楔以获得充填体正确的外形。

（10）检查咬合：用咬合纸检查咬合情况，用雕刻刀去除多余材料，调节修复体高度至患儿咬合舒适为止。最后，在修复体上涂上凡士林，移走棉卷，嘱咐病人至少一小时内不进食。应在对病人实施 ART 技术 4 周后进行回访，了解他们在治疗中的感觉和治疗后的反应，因为任何严重的问题可能在完成治疗后不久发生。对 ART 的第一次评估应在治疗后半年，以后的评估应该是每年一次。

5. 充填失败的原因及处理

(1) 修复体全部脱落：可能的原因有唾液或血液的污染，调和的材料太湿或太干，腐质没有去净，悬空的无基釉未去除。无论什么原因，皆需彻底清洁窝洞重新充填。

(2) 修复体部分脱落：可能是修复体过高或充填时有气泡形成。无论什么原因，用湿棉球、探针或小挖器清洁牙面或现存的修复材料，然后用牙本质处理剂处理，用新调和的玻璃离子材料充填缺隙，一定注意修复体不能过高。

(3) 修复体折裂：最有可能发生在有高点的复面洞修复体上。处理方法取决于折片的动度。如果折片很松能去除，则去除折片重新修复。如果折片不能去除，则用 ART 不能修复，需改用传统的备洞充填修复。

(4) 修复体邻近窝沟、牙面发生龋坏：去除腐质，清洁并充填新预备的窝洞。

ART 技术是由世界卫生组织专家们近年来开发的一种充填早期龋洞的方法，其发展依赖于修复材料的发展，新的材料应在更强的粘结性、耐磨性、更强的再矿化能力方面有所发展。ART 作为一种新技术在临床上的成功率较为满意，适用于任何经济发展水平的所有人群，特别适用于儿童乳牙龋病的治疗，且符合现代预防观点，有很好的发展前景。

第四节　年轻恒牙龋病的治疗特点

一、年轻恒牙龋的临床特点

恒牙从 6 岁左右开始萌出，新萌出的恒牙在形态、结构上尚未完全形成和成熟，称为年轻恒牙。随着恒牙的逐渐萌出，恒牙的患龋率开始升高，第一恒磨牙萌出后的龋患高峰是下颌第一恒磨牙萌出后男 6~9 个月，女 9~12 个月，上颌第一恒磨牙萌出后男 12~15 个月，女 9~12 个月，此后，对龋病的易感性逐渐降低。年轻恒牙易患龋的原因主要以下几点：

1. 刚萌出的年轻恒牙表面釉质尚未发育成熟　年轻恒牙的硬组织薄，矿化程度低，溶解性高，渗透性强，此特点为年轻恒牙龋蚀发展较快又多为急性龋的因素之一。

2. 年轻恒牙有萌出后成熟（post eruptive maturation）现象　刚萌出的年轻恒牙釉质羟磷灰石结晶的化学性质不稳定，在口腔环境的影响下，年轻恒牙表面会发生生理性再矿化，内部的矿化程度继续增加，表现为其釉质的渗透性降低，硬度和抗酸性能增强，羟磷灰石结晶增大，牙齿萌出后约三年才能达到其最强的硬度。

3. 刚萌出的年轻恒牙由于尚未处于正常咬𬌗位，其窝沟点隙尚未磨耗，形态复杂且沟裂较深，沟裂多为 IK 型，咬𬌗面比成熟恒牙难以自洁。

4. 年轻恒牙从萌出到建立咬𬌗需要一定的时间，大部分恒牙自萌出达咬𬌗平面需 7~12 个月，处于低位的年轻恒牙受食物的影响自洁作用较差，且恒牙萌出开始是在小学入学前后，这一时期萌出的第一恒磨牙由于处在牙列的最后方，牙刷不易达到，不能很好的清洗。

与成熟恒牙的龋病相比，年轻恒牙的龋损具有以下特点：

1. 第一恒磨牙的患龋率高　第一恒磨牙萌出的时期正是儿童结束幼儿园生活开始小学生活的转变时期，儿童及家长容易忽视其口腔卫生，加上萌出的第一恒磨牙位于牙

列的最后方，常被家长误认为乳牙而不予重视，导致其患龋率明显高于其他恒牙。

2. 龋蚀的发展速度快 年轻恒牙釉质的矿化程度低，溶解性高，牙本质小管比成熟恒牙的粗大，小管周围及小管间的矿化程度低，粗而明显的生长发育线呈矿化不全，导致年轻恒牙龋蚀发展较快。

3. 牙髓的修复反应不足 由于年轻恒牙龋多为急性龋，牙髓的修复反应形成的修复性牙本质较少，若未得到及时的治疗，容易发生牙髓的炎症。年轻恒牙的牙髓血管丰富，抵抗力强，炎症也容易被局限呈慢性过程，又因其牙髓组织疏松、根尖孔大、血运丰富，感染也易扩散，故应及时治疗。

二、年轻恒牙龋病的治疗原则

正常生活的牙髓是牙根发育完成的根本保证，年轻恒牙牙根发育未完成，保护牙髓尤为重要，在进行年轻恒牙的龋病治疗时，应考虑到年轻恒牙的形态、组织结构和生理特点。由于年轻恒牙的牙体硬组织硬度比成熟恒牙差，弹性、抗压力及抗曲挠力也低，故制备洞形时宜用金刚钻针减速切削，减少牙质发生裂纹。

年轻恒牙髓腔大，髓角高，而龋蚀多为急性龋、龋蚀组织染色淡、分界不清，故在去龋和制备洞形时应小心操作，用龋蚀显示液较稳妥。可用大小合适的球钻低速去龋，去除深部软化牙本质时，可选用挖匙挖除，应避免造成不必要的露髓。年轻恒牙缺乏继发性牙本质的保护，加之牙本质小管粗大，其牙髓易受细菌、化学及物理等外来刺激的影响，对机械刺激尤为敏感，在去腐时钻磨时间不宜长，不宜用刺激性强的药物消毒窝洞，对中龋以上的窝洞充填时要进行双层垫底，不宜用磷酸锌粘固粉直接垫底。对深龋一次去净腐质可能导致穿髓者，应分次去腐质，第一次可保留近髓处的软化牙本质，窝洞干燥后用氢氧化钙垫底，再用氧化锌丁香油粘固粉暂封，2 个月后再继续去净洞底的软化牙本质，因这时相应的髓腔内有修复性牙本质生成，在确定无露髓点后，再用氢氧化钙间接盖髓，垫底或作永久性充填。

年轻恒牙未经磨耗，牙尖、沟、嵴均极为清晰，窝沟形状又复杂，在磨牙咬殆面制备洞形时很难确定洞形的边缘，对这种情况可采用复合树脂充填的同时加用窝沟封闭的预防性树脂充填（preventive resin restoration, PRR）处理。

萌出过程中的年轻恒牙龈沟呈袋状，有时尚有部分龈瓣覆盖牙面。若龋洞部分被牙龈覆盖，也应按备洞原则扩至龈下，必要时于扩洞前推压或切除牙龈以便于备洞。

年轻恒牙在混合牙列中有活跃的垂直向和水平向的移动度，邻接点尚未固定，在修复牙体时应以恢复牙冠的解剖形态为目的，以防影响今后正常邻接关系，而不强调恢复牙齿间的邻接关系。

三、年轻恒牙龋病的治疗方法

（一）再矿化治疗

适用于早期脱矿无牙体缺损的牙釉质龋，方法见乳牙龋病的再矿化治疗。

（二）预防性树脂充填

预防性树脂充填是指当牙面窝沟有可疑龋或小范围龋坏时，仅去除窝沟处的病变牙釉质或牙本质，采用酸蚀技术和树脂材料充填窝洞，并在此基础上施行窝沟封闭术。这

是一种治疗与预防相结合的措施，其优点是充填洞形不要求预防性扩展，保留了更多的健康牙体组织，同时也达到了预防窝沟龋再次发生的目的。

1. 适应证 窝沟点隙能卡住探针者；窝沟深在，封闭剂不易流入窝沟基部者；窝沟有早期龋迹象，牙釉质混浊或呈白垩色者。

2. 操作步骤

（1）去龋：用钻机去除龋坏组织，球钻大小依龋坏范围而定，若窝沟仅有患龋倾向或可疑龋，需用最小号球钻去除脱矿牙釉质；若龋坏有一定范围和深度，则采用小号或中号球钻去除龋损，但要求尽可能的多保护健康牙体组织；

（2）清洁牙面，彻底冲洗、干燥、隔湿；

（3）若去除龋坏组织后牙本质暴露，需用氢氧化钙垫底；

（4）酸蚀咬合面和窝洞；

（5）对深度超过 1mm 的窝洞，在涂布牙釉质粘结剂用复合树脂充填后再涂布并固化封闭剂；对洞深不超过 1mm 的窝洞，可用封闭剂直接封闭；

（6）术后应检查充填及固化情况，有无漏补部位、有无咬合高点等。

（三）修复治疗

银汞合金修复适用于后牙Ⅰ、Ⅱ类洞，基本方法同恒牙龋的银汞合金充填术，应注意预防性扩展，减少继发龋，正确恢复咬合面和邻接面的形态，以防影响日后正常的咬合与邻接关系。

复合树脂及复合体修复适用于前牙Ⅰ、Ⅲ、Ⅴ类洞和后牙Ⅴ类洞，复合树脂还可用于前牙Ⅳ类洞和后牙Ⅰ类洞的修复，玻璃离子材料在年轻恒牙仅用于Ⅴ类洞及后牙的非创伤性修复治疗中。

（四）嵌体修复

适应于面积较大或邻接面咬合面窝洞。嵌体在年轻恒牙的应用有金属嵌体，树脂嵌体和陶瓷嵌体等种类，由于 20 K 的金合金嵌体边缘强度，耐磨性较为理想，适用于磨牙，Ⅱ类洞以及高嵌体的修复（图 17-7）。制备洞形时要注意预防性扩展及边缘的斜行。

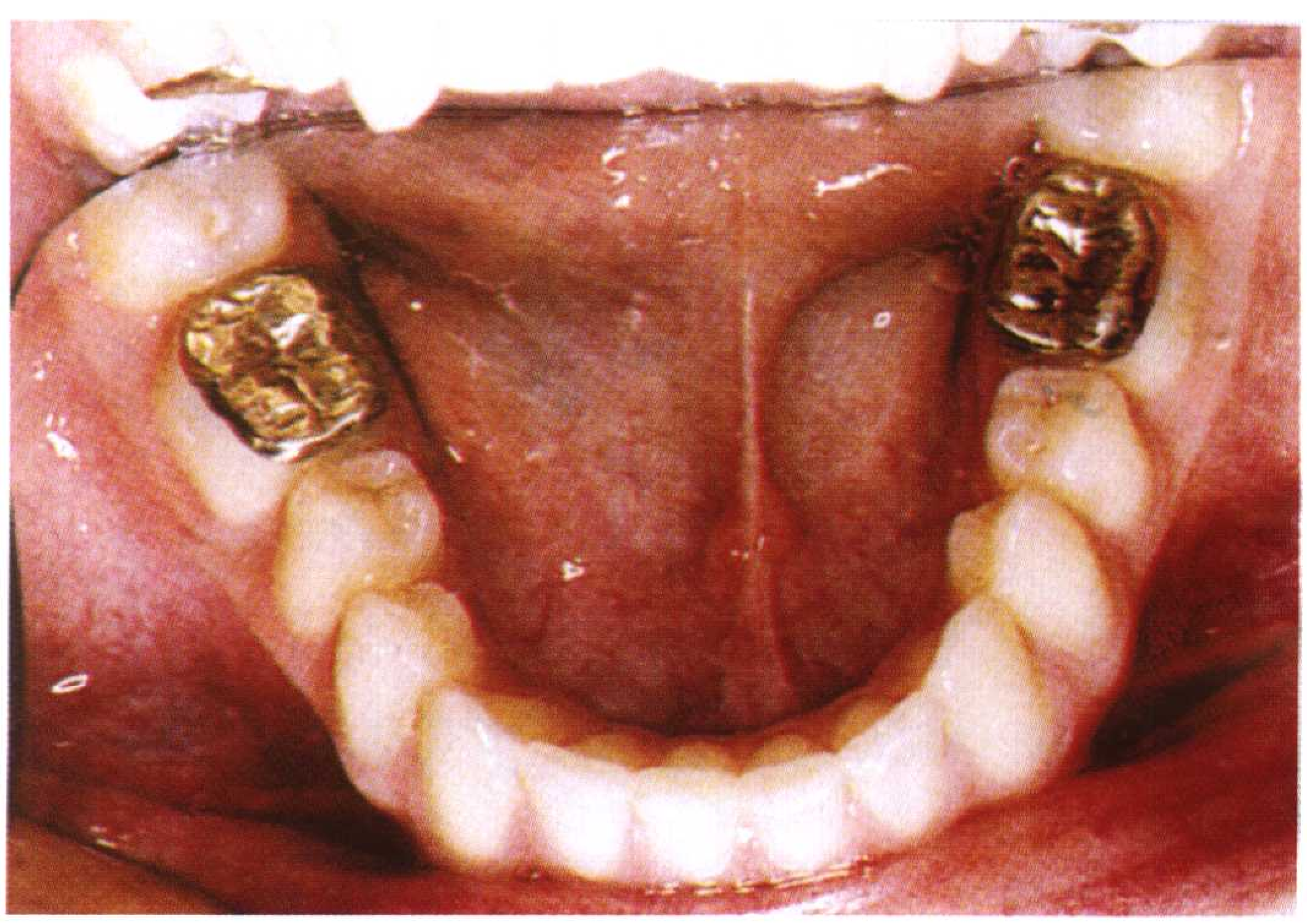


图 17-7 下颌第一恒磨牙的金合金嵌体

（五）预成冠修复

年轻恒牙尚在不断萌出，多牙面龋洞的修复需作冠修复时可选用成品冠或冠套作暂时修复，待恒牙列发育完成后再改作永久性修复。预成冠多选用抗压性能好的不锈钢成品冠，操作步骤基本同与乳牙的预成冠修复。

第五节　儿童牙髓及根尖周病的诊断和治疗

龋病、畸形牙尖折断和牙外伤是导致乳牙和年轻恒牙发生牙髓病和根尖周病的主要原因，若不及时进行治疗，可能出现乳牙和年轻恒牙的早失，进而造成牙弓长度缩短、恒牙萌出间隙不足，前磨牙阻生，缺失牙远中邻牙向近中倾斜，加重咬殆错乱的发生和舌不良习惯的形成等不良后果。因此，对牙髓和根尖组织受累的乳牙和年轻恒牙给予积极的处理，让患牙恢复健康并作为牙列的有效组成部分行使正常的功能是儿童口腔医学临床工作的重点。

一、儿童牙髓及根尖周病的病变特点

儿童期的牙髓病和根尖周病可累及乳牙和年轻恒牙，乳牙和年轻恒牙的解剖生理特点决定了儿童牙髓及根尖周病的特点。

乳牙的牙釉质和牙本质较薄，牙体组织钙化程度较低，牙本质小管较大，有机质含量高，龋坏可以快速向髓腔发展而修复性牙本质沉积少，从龋病累及牙本质开始，牙髓即出现轻微的局限性炎症。乳牙髓腔和根管相对恒牙粗大，髓角较高，感染物质容易进入髓腔感染牙髓，形成不同类型的牙髓病，临床上可表现为冷热酸甜等刺激后出现轻重不等的敏感和疼痛。乳牙牙髓的神经纤维发育不完善，对疼痛的感知不敏锐，牙髓可能因感染发生部分坏死而无明显的临床症状。乳磨牙根管系统复杂，主根管变异多，不同部位的牙髓可能处于不同的病程阶段。乳磨牙髓腔底部的副根管多且与根分叉处相通，感染可直接可造成严重的根分叉病变，甚至累及后继恒牙胚。乳牙牙根完全形成前和开始生理性吸收后的根尖孔较大，牙根尖的组织疏松，血循环丰富，牙髓感染容易经此扩散至根尖周，并容易形成牙槽脓肿和进一步发展为多间隙感染。根尖感染急性发作时临床可见患牙周围的粘膜或面部肿胀，慢性根尖病变则多在邻近患牙的粘膜处形成瘘道，患牙多有自发痛或咀嚼痛。

年轻恒牙的牙根尚未发育完成，萌出后需经3~5年的牙根发育、牙本质不断沉积方能发育成熟，根尖尚未完全形成的年轻恒牙牙本质沉积量少，髓腔和根管也比较粗大，龋病、畸形牙尖折断和外伤等继发的感染容易通过薄弱的牙本质侵入牙髓，出现牙髓炎的症状。年轻恒牙的牙髓组织疏松，血供丰富，细胞成分多，防御修复能力强，感染刺激轻时炎症容易局限，感染加重则炎症易于扩散。年轻恒牙的根尖孔呈喇叭状，其间充满由密集间叶细胞组成的、对牙根正常形成起决定作用的牙乳头，没有及时处理的牙髓病可向根尖发展。破坏牙乳头的功能，影响牙根长度和牙本质厚度，导致患牙冠根比例失常而易发生牙折。年轻恒牙牙髓病和根尖周病患儿多以疼痛和肿胀来就诊。

二、儿童牙髓及根尖周病的诊断

乳牙牙髓病治疗的目的在于尽可能保存牙齿的功能，使其能按时替换，治疗应尽可能避免过早拔牙或影响恒牙的正常发育，即尽可能保留维持没有根尖病损、能够咀嚼、可维持牙弓正常长度的患牙。年轻恒牙的牙髓治疗则应尽可能保存牙髓的活力，使牙根能正常发育，若无法保存牙髓活力，应尽量保留患牙，从而维持正常的牙列和功能。儿童牙髓病和根尖周病治疗方法的选择以及治疗效果的保障取决于对其正确的诊断，在临床依据患者的主诉症状和现有的检查方法作出的诊断与牙髓的实际病理诊断往往存在较大差异，这种现象在儿童牙髓病的诊断中尤为突出。

（一）主诉症状

1. 疼痛　疼痛是牙髓病和根尖周病的重要症状。龋坏累及牙本质深部后，食物嵌入的机械刺激或冷热酸甜的化学刺激可诱发牙持续跳痛或轻微不适，去除刺激疼痛立即消失者，可能有牙髓充血或冠髓局限性慢性炎症，去除刺激后疼痛持续时间长的患牙多有牙髓广泛的炎症，根尖周发生急性炎症时可诱发患牙咀嚼痛，充填体微渗漏也可出现敏感或疼痛。少儿患者多能提供有助于诊断的明确线索，但幼小儿童不易诉说清楚疼痛的性质，恐惧哭闹也可能影响医生的判断，因而对幼儿的问诊尤其需要耐心和细致，乳牙和年轻恒牙的慢性牙髓炎有的近期可能没有明显的疼痛或疼痛被患儿或家长忽视，这时需要结合龋坏牙的临床深度综合分析。

2. 肿胀　肿胀是根尖周病的主要特征之一。牙髓炎症性渗出或坏疽物质扩散到根尖区可引起患牙附近的口腔粘膜肿胀或导致面部发生蜂窝织炎。急性根尖脓肿诊断较容易，若患儿就诊时肿胀已消退而转为慢性炎症，则需详细询问有无肿胀史，并仔细检查粘膜有无充血、轻度肿胀等。

3. 瘘道　瘘道是慢性根尖周病的典型特征。瘘道开口常见于患牙根尖周或根分叉部位的牙龈粘膜处，可能表现出小脓疱、周围粘膜发红的瘘孔、封闭的陷窝或瘢痕，有些轻微的早期改变仅为患牙根尖周的牙龈粘膜发红。单根管乳牙出现根尖周肿胀或瘘道时牙髓多已完全坏死，单根管年轻恒牙出现相似临床症状后部分牙髓可能还有活力；多根管的乳牙和年轻恒牙在根尖牙龈粘膜肿胀或出现瘘道后，可能仅有受累根管牙髓坏死，其余根管内可能仍有活髓。

4. 牙齿松动　可见于乳牙生理性牙根吸收后期和重度的慢性根尖周病患者。健康乳牙替牙期因牙根吸收可出现牙齿松动，而根尖周病破坏根尖周组织可引起乳牙和年轻恒牙出现异常的牙齿松动，通过X光片检查可明确病因。

（二）临床检查

1. 视诊和探诊　观察患儿有无颜面部的肿胀，口内有无龋坏牙，特别要检查牙龈粘膜处有无异常充血肿胀和瘘道开口，若有龋齿，应检查其数量和严重程度。对龋齿可用探针检查其深度，并探测牙髓对机械刺激的反应和是否已经有穿髓孔。

2. 叩诊　主要用于检查根尖周病。用金属器械叩击患牙时手法宜轻，先叩正常牙，在患儿不注意时叩击可疑患牙，观察患儿的眼神或反应，如患儿有无皱眉、哭闹等反应。

3. 牙髓测试　采用温度变化或直流电测定牙髓的感觉，对判断乳牙和年轻恒牙的

牙髓病变状态帮助甚微，有时可能出现假阳性或假阴性结果。因此，临床使用时对检查结果分析应慎重，必须综合其他临床症状加以判断。

4. 牙片检查　X 光片检查是判断儿童牙髓病和根尖周病的重要辅助措施，可显示龋病进展前沿与髓腔的关系，乳牙根吸收和年轻恒牙根发育的情况，根尖周病变的范围，根尖周及根分叉处牙槽骨的破坏及病变有无累及恒牙胚。X 光片还能显示牙髓治疗的效果和根尖周病损的愈合情况。单纯使用 X 光片判断龋病是否累及牙髓有一定局限，因为有部分 X 光片显示髓腔尚未暴露的病例，其牙髓已有明显的炎症改变或临床检查已能发现穿髓孔。

三、儿童牙髓及根尖周病的治疗

（一）乳牙牙髓病和根尖周病的治疗

鉴于乳牙的生理和病理特点，乳牙牙髓病的治疗原则为保存牙齿重于保存活髓。

1. 间接盖髓术（indirect pulp capping）　龋坏乳牙没有牙髓炎的症状和体征，而在去净龋蚀牙体组织过程中对冷热类温度刺激或钻磨的机械刺激出现一过性疼痛或敏感，提示患牙为活髓且牙髓基本正常，制备的窝洞较深时，洞底与牙髓间仅有薄层正常牙本质，各类刺激容易导致局限性牙髓炎症，患牙可能于治疗后出现短暂的牙髓充血改变，去除龋坏牙体组织后用硬质氢氧化钙糊剂（如 Dycal）或氧化锌丁香油糊剂覆盖洞底，完成充填，牙髓充血或局限性炎症多可消退，注意避免使用磷酸锌粘固粉垫底，因为它可游离出磷酸离子刺激牙髓发生炎性改变。通常应当要求患者于治疗后半年复诊，检查牙髓的状态，并用 X 光片检查有无修复性牙本质形成及根尖周是否正常。

2. 牙髓切断术（pulpotomy）　由于乳牙对外界刺激抵抗力弱，轻度感染或激惹都可能引起牙髓的急性炎症、坏死甚至波及根尖周组织，而且牙髓的状态不易通过临床检查明确，对修整洞形时出现的意外露髓、深龋近髓和深龋露髓的乳牙用牙髓切断术治疗为佳。乳牙的牙髓切断术是去除有局限性炎症的冠髓，用药物处理根髓断面，使其保持活力，防止根髓感染，以维持患牙的正常生理功能，依据所用药物分为两种类型，一种是切除冠髓后在牙髓断面上覆盖的盖髓药物可以保存根髓的活性，并在创面上形成一层硬组织屏障，此类治疗称为活髓切断术或断髓术；另一种是在局麻下切除冠髓之后，用甲醛甲酚（FC）或戊二醛处理牙髓创面并覆盖其糊剂，利用甲醛甲酚或戊二醛的作用，使其接触的牙髓组织固定、防腐，此种治疗称为 FC 断髓术、戊二醛断髓术，因断髓后根尖部分牙髓仍有活力，故又称为半失活牙髓切断术。活髓切断术的治疗应在无痛、无菌和严密隔湿下进行，术前应摄 X 光片了解根尖周组织及牙根吸收状况，若牙根吸收超过根长的 1/2，则不宜作牙髓切断术。

治疗步骤如下：局部浸润麻醉或阻滞麻醉后隔离手术区，准备强吸唾器，消毒手术区，预备窝洞，去净洞内龋质，生理盐水冲洗窝洞，用消毒钻针从髓角处钻入髓室，完全揭开髓顶，生理盐水反复冲洗残屑，以锐利挖匙或中号球钻反转，齐根管口处切断牙髓，去除部分或全部髓室内的牙髓，消毒棉球轻压止血，待根髓断面停止出血后，将氢氧化钙制剂盖于牙髓断面，盖髓剂厚度约为 1mm，轻压使与根髓密切贴合，丁香油氧化锌糊剂或聚羧酸水门汀垫底，常规充填。

FC 或戊二醛断髓术用于切除冠髓后将蘸有 1:5 稀释液甲醛甲酚液或 2%戊二醛的棉

球置于各根管口牙髓断面处，与牙髓组织接触 2~3 分钟，注意避免用压力将药液压入根管，取出药棉，牙髓断面上覆以氧化锌丁香油糊剂，羧酸粘固剂垫底，一次完成充填，或观察 1~2 周，无症状再充填。

3. 干髓术（pulp mummification） 干髓术治疗，是指使用药物在失活牙髓的基础上或局麻下切断冠髓止血后，将干髓剂覆盖于根髓断面，使其干化固定，处于无菌状态，完成垫底充填，从而保留患牙，本方法疗程短，操作简便，适于乳牙牙髓炎的治疗。干髓术可一次完成，也可分次完成，其治疗程序分别为：若牙髓的炎性渗出少，可在局部麻醉下隔离手术区，准备强吸唾器，消毒手术区，预备窝洞，去净洞内龋质，生理盐水冲洗窝洞，用消毒钻针从髓角处钻入髓室，完全揭开髓顶，生理盐水反复冲洗残屑，以锐利挖匙或中号球钻反转，齐根管口处切断牙髓，去除部分或全部髓室内的牙髓，消毒棉球压迫止血 5 分钟，待根髓断面停止出血后，在牙髓组织断面覆以 20%~30%的三聚甲醛干髓剂，常规垫底充填；对以剧烈疼痛就诊的急性牙髓炎的儿童患者首先应给予应急处理，以缓解症状。急性牙髓炎时炎性渗出多，髓腔内压增高而疼痛剧烈，迅速缓解疼痛的应急措施为开髓减压，预备窝洞，冲洗干净，吸干洞内余水，洞底薄时可用探针或挖器穿通髓腔，洞底厚时则用钻针钻开髓腔，窝洞内置棉球引流 2~3 天后，取出棉球，冲洗窝洞并吸干，将三聚甲醛置于穿髓孔处使之与牙髓接触，前者两周复诊，后者 7 天复诊，再次就诊时，先隔离患牙，去尽洞内腐质，形成洞形，揭开髓室顶，去除失活的冠部牙髓，根髓断面覆以三聚甲醛干髓剂，垫底充填。

注意乳牙的失活不宜选用亚砷酸，因亚砷酸作用迅速而无自限性，若药物穿过薄层髓底或根尖孔，则可损伤牙周或根尖周围组织，甚至损伤乳磨牙根分歧下方的恒牙胚。

乳牙干髓术虽操作简便，疗程短，但因乳牙根管粗大，不易被干髓剂完全干化，常出现牙根过早吸收或并发根尖周炎现象，因此，干髓术并非乳牙牙髓病的理想治疗，特别是对距离替换期远而又处于重要位置的乳牙应慎用。

4. 牙髓摘除术（pulpectomy） 牙髓摘除术是在局麻下或牙髓失活后，将全部牙髓摘除，摘除后预备根管，用能被吸收的根管充填材料充填根管，保留患牙的治疗方法，适用于牙髓炎症涉及根髓，不宜行牙髓切断术的患牙。术前应摄 X 光片了解乳牙牙根和恒牙牙胚情况。治疗步骤如下：局麻下去除龋坏组织，制备窝洞，揭去髓室顶，使髓室充分暴露，切去冠髓，用拔髓针摘除根髓，预备根管、冲洗、吸干，用根管器械将根管充填糊剂反复导入根管至根尖，垫底，充填。

5. 根管治疗（root canal therapy） 乳牙根管治疗是通过预备根管和药物消毒去除感染物质对根尖周组织的不良刺激，并用可吸收的充填材料充填根管，达到促进根尖周病愈合的方法。对以肿胀或牙龈长“疱”就诊的乳牙的急性根尖周炎开髓后应常规拔除残余牙髓，以利根尖周的渗出物从髓腔引流，缓解症状。如果化脓性根尖周炎出现明显波动感，还应在消毒和表面麻醉下切开脓肿以保证脓液畅通引流，必要时配合使用抗菌消炎药，待急性炎症控制后再行乳牙的根管治疗。因龋病或外伤出现牙髓重度炎症、坏死或各型根尖周病损的乳牙是根管治疗的适应证。乳牙的牙根根管壁薄，管腔粗大，根管系统复杂，乳磨牙根的分叉度和弯曲度均大，牙根可能有吸收，牙根下方有恒牙胚，机械预备根管时去净感染物质和基本通畅根管即可。

乳牙根管治疗的基本方法与恒牙根管治疗术大体相同，但治疗时应注意根管预备时

勿将根管器械超出根尖孔，以免将感染物质推出根尖孔或损伤恒牙胚。在乳牙的替换中，由于乳牙根的生理性吸收，继承恒牙方可萌出到正常位置上，因此乳牙的根管充填材料仅可采用可吸收的、不影响乳恒牙交替的糊剂充填，常用的根管充填材料有：丁香油氧化锌糊剂、碘仿氧化锌糊剂和氢氧化钙糊剂等。根管治疗前须摄X光片了解根尖周病变和牙根吸收情况。

（二）年轻恒牙牙髓病和根尖周病的治疗

年轻恒牙牙髓组织不仅对牙具有营养和感觉功能，且与牙齿的发育有密切关系。牙齿萌出后牙根的发育有赖于牙髓的作用，因此，在牙髓病的治疗中尽可能保护和保存生活牙髓是最有益于年轻恒牙的首选治疗。治疗原则是，尽力保存活髓组织，如不能保存全部活髓，也应保存根部活髓；如不能保存根部活髓，也应保存牙齿。故年轻恒牙的牙髓治疗首先选择的应是活髓保存治疗，包括保存全部活髓的盖髓术和保存部分活髓的活髓切断术。

恒牙萌出后2~3年牙根才达到应有的长度，3~5年后根尖才发育完成。年轻恒牙的牙髓一旦坏死，牙根则停止发育，而呈短而开放的牙根。因此，对根尖敞开、牙根尚未发育完全的死髓牙应采用促使根尖继续形成的治疗方法，即根尖诱导成形术。

1. 间接盖髓术　间接盖髓术是将药物置于接近牙髓的洞底，通过药物的作用控制牙髓炎症，促进软化牙本质再矿化和修复性牙本质沉积，保存全部牙髓活力，恢复牙髓健康和功能的治疗。年轻恒牙因龋病、畸形牙尖折断或外伤而接近牙髓，而且牙髓反应正常或轻微充血者，可用氢氧化钙间接盖髓，垫底充填。如果不能肯定牙髓状况需要观察牙髓反应时，可在盖髓后用丁香油氧化锌水门汀暂封观察，4~6周后如果无任何症状，则去除表层暂封，垫底充填。术后应继续定期观察至根尖发育完成。

间接盖髓术在临床得到广泛应用是由于治疗时去除了大部分含细菌的软化牙本质，避免了露髓带来的损伤和感染，以及残留的软化牙本质治疗后可再矿化。鉴于年轻恒牙的解剖生理特点和牙髓的自我修复能力，临床实践证明，伴有尖周异常的深龋患牙，经盖髓术治疗，在牙髓健康恢复的同时，尖周异常也可消失，此类尖周异常为尖周膜增宽，硬板不连续或尖周骨小梁致密等，它们为尖周组织的炎症反应而非尖周组织的病变。

2. 直接盖髓术（direct pulp capping）　外伤露髓、调磨畸形牙尖或备洞时意外露髓而且无明显感染的年轻恒牙，可在严密隔湿和消毒下完成直接盖髓术，用氢氧化钙、氧化锌丁香油糊剂覆盖于露髓孔处，刺激成牙本质细胞分泌牙本质并沉积形成牙本质桥，起到保护牙髓的作用。其操作步骤为：隔离患牙，准备强吸唾器，消毒手术区，消毒棉球吸干窝洞内余水，2%氯亚明棉球擦拭露髓孔及其周围组织，轻轻吹干，露髓孔处覆以氢氧化钙糊剂，氧化锌丁香油糊剂和羧酸粘固剂垫底，常规充填，术后继续定期观察，至根尖发育完成。注意手术中所有操作都需无菌观念、充分隔湿，防止术区被唾液污染。牙髓坏死、化脓、X光片显示患牙髓室内出现钙化或内吸收和根尖周有病变者为本治疗的禁忌证。

3. 活髓切断术　前牙外伤冠折露髓、轻度牙髓炎或部分冠髓感染的年轻恒牙适应于此种治疗方法，是在局麻下切除病变牙髓，将盖髓剂覆盖牙髓断面（约1mm厚），用丁香油氧化锌水门汀暂封观察，4~6周后若无症状，则去除上层暂封物，垫底充填。术

后应定期观察，了解牙髓的活力、断面的愈合以及牙根的发育情况。

年轻恒牙活髓切断术的最大优点是保留了部分生活的牙髓，使牙根得以继续发育，并建立正常的根尖周组织结构。近年有学者认为切断术的切髓部位不必根据以往所采用的牙颈部附近，只要能把病变组织完全切除，髓室或根管内的任何部位都可作为切髓的部位，而且任何部位断髓对其治愈过程没有任何影响。实际上活髓切断术适应证的扩大与切髓部位的选择有关，但目前检查手段有限，要正确判断牙髓病变所涉及的范围是困难的，这也是切髓部位选择的最大问题，如果判断错误，留下感染的牙髓常可导致失败，因而目前仍多采用常规冠髓切断术。

前牙冠折露髓的切髓部位应根据外伤时牙根的发育情况、冠折的部位或牙冠修复的需要而定，通常在牙颈部或牙颈下方切髓为宜。对于牙根发育尚未完成，根尖呈宽阔的喇叭口状的患牙，切髓部位不宜过深，以免损伤牙乳头，如果牙乳头或赫氏上皮根鞘受到伤害，则可影响牙根继续发育。

4. 根尖诱导形成术（apexification） 有广泛牙髓炎、且根尖尚未形成的恒牙，切忌随意失活牙髓或拔髓、常规扩锉和封刺激性强的消炎防腐药，以免损伤牙乳头，可选用活髓切断术或根尖诱导形成术治疗。根尖诱导形成术是指牙根未完全形成之前而发生牙髓严重病变或根尖周炎的年轻恒牙，在消除感染的基础上，通过药物刺激存活的牙乳头分化成牙本质细胞，形成牙本质达到使牙根完成发育、根尖孔闭合的目的，常用的诱导剂为氢氧化钙、氧化锌丁香油或碘仿糊剂。根尖诱导形成术的治疗步骤如下：临床有急性或亚急性症状者，需先进行应急处理，即开放根管，拔除病变根髓引流，症状缓解后继续治疗。牙齿没有急性症状者，可麻醉下直接消毒手术区，隔离患牙，开髓，揭去髓室顶，拔除病变根髓，注意勿损伤牙乳头，生理盐水冲洗根管，去除病变组织残屑，冲洗时不可过分用力，以免将感染物压入根尖区，可用根管扩挫器械小心刮净根管壁，注意保护牙乳头，用2%氯亚明清洗根管，消毒纸捻或棉捻拭干，封蘸有氢氧化钙糊剂或樟脑酚的纸捻或棉捻，注意封药不宜过紧，以免压迫根尖，不利引流，观察3~5天复诊；再次就诊时，同前消毒手术区，隔离患牙，取出暂封药物，根管内渗出不多时，干



图 17-8　下颌第二前磨牙根尖周炎

燥根管，导入碘仿糊剂或碘仿氢氧化钙糊剂，不宜用压力，常规垫底充填，3个月复查一次，了解患牙有无异常，X线片检查可半年进行1次，观察牙根是否继续形成或根尖已闭合，一旦根尖发育完成，即可对患牙进行完善的根管治疗，以确保患牙的远期疗效。图17-8显示的是罹患根尖周炎症的年轻恒牙，其根尖孔呈喇叭口形态。图17-9显示根尖诱导成形术后根尖周炎症消退，根尖孔闭锁。



图17-9　根尖诱导成形术后

实施了盖髓术、活髓切断术和根尖诱导形成术的年轻恒牙应定期复诊，进行牙髓活力检测和X光片检查，根尖发育完成或前述治疗失败的年轻恒牙都应尽早作彻底的根管治疗，必要时配合根尖刮治术和根管倒充填术。对于因龋破坏、牙冠完全无法恢复外形、牙根发育也未完成的第一恒磨牙，由于冠根比的严重不协调，难以发挥有效的咀嚼功能，可在咨询正畸医师的基础上选择合适的时机拔除。

第十八章　老年牙体牙髓病

老年牙体牙髓病是老年人最常见的口腔疾病，严重地影响老年人的口腔健康和全身健康，越来越引起广泛的关注。

第一节　口腔的增龄性改变

一、口腔生理的增龄性变化

随着年龄的增长，机体组织的修复能力逐渐减退。随着细胞的衰老，器官功能也随之下降，人体的各种生理功能减退可表现在全身的各个系统。老年口腔生理学变化包括牙齿形态功能的改变、咀嚼功能的生理学变化、口腔感觉功能的生理学变化、唾液的分泌及功能的生理学变化等。

（一）咀嚼功能的变化

咀嚼是口腔运动最重要最突出的功能。咀嚼具有粉碎食物，促进发育和消化，增强味觉，口腔自洁，满足食欲的作用。咀嚼是复杂的反射活动，需咀嚼肌、牙齿、颞下颌关节和唇、舌、颊肌协同发挥作用。咀嚼肌收缩是下颌进行各种运动的动力。其运动形式一般可归纳为开闭、前后和侧方 3 种基本运动，而这 3 种基本运动之间存在着不可胜数的综合运动。咀嚼肌有咬肌、颞肌、翼内肌和翼外肌，广义的咀嚼肌还应包括对降下颌骨有协同作用的舌骨上肌群。

1. 咀嚼力　咀嚼所能发挥的最大力称为咀嚼力，其力量大小与肌肉在生理状态下的横断面积成正比。随着年龄的增长，各咀嚼肌的肌纤维数量和大小均下降，故老年人咀嚼肌力呈下降趋势。在咀嚼过程中，咀嚼肌仅发挥部分力量，一般不发挥其全力而留有潜力，故牙齿实际所承受的咀嚼力量，称为𬌗力或咀嚼压力。𬌗力的大小与性别、年龄、牙齿的类别、位置、牙尖形态、牙轴方向、𬌗间距离、牙周组织、咀嚼肌、颌骨、咬𬌗的状态及所咀嚼食物的性状等均有关。

年龄对𬌗力的影响是比较明显的：15~20 岁为𬌗力最大时期（第三磨牙除外），以后随着年龄的增加，𬌗力却相应地降低（表 18-1），有资料报道，6~7 岁时，平均𬌗力为 245.17N（25kgf）；7~17 岁每年平均增加 22.55N（2.3kgf），直到平均数达 539.37N（55kgf）为止。

2. 增龄变化对咀嚼功能的影响　咀嚼功能是以咀嚼效率来衡量的。咀嚼效率是指机体在一定时间内，将一定量食物嚼碎的能力，是咀嚼作用的实际效果。随着年龄的增长，咀嚼效率下降，牙齿的磨耗逐渐明显，牙尖、嵴、窝沟形态发生改变，剪切功能下

表 18-1　磨牙殆力与年龄的关系*

年龄（岁）	殆力	
	男	女
20	641.34N (65.4 kgf)	458.95N (46.8 kgf)
30	608.01N (62.0 kgf)	418.74N (42.7 kgf)
40	573.68N (58.5 kgf)	376.57N (38.4 kgf)
50	460.91N (47.0 kgf)	340.29N (34.7 kgf)
60	379.52N (38.7 kgf)	313.81N (32.0 kgf)

*以双侧下颌第一磨牙为例　kgf-

降，咀嚼效率降低。牙体的缺损、牙列的缺失导致上下颌牙齿的功能性接触面积减少，也导致咀嚼效率降低。老年人由于局部或全身性疾患，使牙齿支持组织受到损害，牙周组织的耐受力降低而影响咀嚼效率。颞下颌关节的退行性改变和咀嚼肌的萎缩，肌力下降，使咀嚼效率受到影响。

（二）口腔感觉功能的改变

口腔有多种感觉，除舌粘膜有特殊的味觉外，还有触觉、压觉、温度觉和痛觉等。

口腔感觉功能随年龄的增加而减退。老年人的感觉轴突神经冲动传导速度和周围神经运动纤维的传递速度均减慢。粘膜上皮的角化程度增高，各种感受器均随年龄的增长而发生退化，敏感度降低。再加之配戴义齿以及全身内分泌及心理状态的变化，使得老年人各种感觉的阈值均有上升，感觉性下降。

1. 味觉　味觉是口腔内的一种特殊感觉，能刺激唾液分泌和促进食欲，有助于咀嚼和吞咽等，同时与机体调节摄人体液成分和维持液体成分的恒定有关。

味蕾是接受味刺激的感受器，主要通过味细胞感受。味觉的性质基本为四种，即酸、甜、咸、苦。人能尝出多种不同的滋味，都是这四种基本味觉适当混合的结果。同时，口腔内尚有大量的触、压觉，温度觉等，特别是嗅觉的参与，这些感觉综合形成多种复合感觉。

嗅觉与味觉两种感受器都是特殊分化的外部化学感受器，两者关系密切，相互影响。当感冒或慢性鼻炎时，嗅觉功能发生障碍，味觉也受影响。如食物的香味向上至鼻部，对嗅觉系统的刺激常常成千倍地大于对味觉系统的刺激。一般来说，20~50 岁时嗅觉最为敏感，50 岁以后，嗅粘膜逐渐萎缩，嗅觉随之开始迟钝。60 岁以后约 20%的人失去嗅觉，70 岁以后嗅觉急剧衰退，80 岁以后仅 22%的人有正常嗅觉。这是由于鼻腔嗅觉神经末梢纤维数目减少、萎缩、变性，使嗅觉逐渐丧失。

不同年龄人其味蕾的量及分布有差异，婴幼儿味蕾分布范围广，45 岁以后味蕾很快变性萎缩，数量减少，60 岁以上老年人约有一半味蕾萎缩，75 岁以上老年人与儿童比较，几乎丧失 80%。

老年人全身因素的变化也可导致味觉的减退。全身疾病伴发热、口腔干燥等，影响唾液对有味物质的溶解，肠胃道消化功能的病理变化均可影响味觉。老年人上颌义齿基托后缘于软硬腭交界处常影响该处味蕾对酸苦的敏感度。如修复体材料不佳，或非生理性修复的基托压迫或擦伤粘膜，会影响味蕾。有时即使去除修复体后味觉仍不能恢复，

可能是由于长期的机械刺激而损害了此处味觉。

2. 触压觉 触觉是微弱的机械兴奋了皮肤（或口腔粘膜）浅层的触觉感受器引起，压觉是指较强的机械刺激导致皮肤（或口腔粘膜）和深部组织变形时所引起，两者性质类似，统称为触压觉。触觉感觉器在口腔组织内主要有下列 4 种：Meissner 触觉小体，散布在舌尖和唇部；Meckel 环层小体，主要分布在口腔粘膜和唇部；牙周膜本体感受器，分布于牙周膜内；游离神经末梢，口腔内很多组织中有此结构。

口腔各部分粘膜对触觉、压觉有不同程度的感受，以舌尖、硬腭前部最为敏感，颊粘膜、牙龈、舌背最为迟钝。老年人粘膜上皮角化程度高，触、压觉感受器逐渐退化，敏感性降低。

3. 温度觉 温度觉感受器散布于粘膜内，一般认为鲁菲尼（Ruffini）小体主管温觉，克劳斯（Krause）终球主管冷觉。口腔粘膜对温度的耐受力大于皮肤。随年龄增加，口腔粘膜的温度觉阈值升高，耐受冷和热。

4. 痛觉 痛觉感受器是游离神经末梢。口腔组织的痛觉因人而异，也与受刺激时的精神状态、粘膜角化程度、粘膜牙周膜是否有炎症有关。痛觉主要同受刺激时的注意力、情绪有关。

（三）唾液分泌及功能的变化

唾液由唾液腺分泌，唾液腺由三对大涎腺，即腮腺、颌下腺、舌下腺和众多位于口腔粘膜下层的小涎腺组成。正常情况下，唾液一天的分泌量约为 1000~1500ml，其中水分约占 99%。有机物主要为粘蛋白，还有多种免疫球蛋白（IgA、IgG、IgM）、氨基酸、尿素、尿酸以及唾液淀粉酶、过氧化酶、溶菌酶、酸性磷酸酶等，无机物主要为磷酸盐和碳酸盐。

唾液对口腔有保护作用。唾液中含有保持口腔粘膜柔软与水合作用的润滑蛋白质，调节口腔微生物的数量和分布的抗菌因子，含有过饱和钙和磷酸盐的唾液“再矿化”蛋白质，无机物质有机物缓冲液可中和由细菌产生的 H^+，使食物的有味物质溶解产生味觉，兴奋食欲，促使食物形成食团利于吞咽等。

1. 唾液的分泌和调节 唾液先由涎腺腺泡分泌，形成初液；流经导管时，发生较多的离子交换，钠被广泛地重吸收，而钾离子则大量地被分泌出去；再经导管系统进入口腔。在没有任何刺激的情况下，唾液的基础分泌每分钟约 0.5ml。

唾液的分泌受自主神经系统的调节，通常存在着基本的、少量的唾液分泌（非刺激性的），但是大量唾液的分泌和排出则是受味觉感受器的刺激。大多数动物的唾液腺接受双重传出神经支配，包括自主神经系统的交感和副交感分支。虽二者都含有促进分泌的神经纤维，但其支配唾液分泌物的量和粘稠度各不相同。当刺激颌下腺的副交感神经时，可引起分泌多量稀薄的唾液，富含水分和盐类，刺激交感神经时，则分泌少而稠的唾液，含大量有机物。若同时刺激此两种神经，分泌的唾液大量增加，这说明此两种神经有明显的协同作用。

神经释放传导的物质有去甲肾上腺素、乙酰胆碱和 P 物质等，这些神经递质可支配唾液腺泡细胞的基底侧浆膜上的特殊受体蛋白质。这种神经传导物质——受体的交互作用，导致细胞中产生特殊的“第二信使”信号分子而引起分泌（表 18-2）。

除了唾液分泌的腺泡阶段调节之外，神经传导物质也可影响包括电解质溶解再吸

表 18-2 神经递质对涎腺腺泡细胞分泌作用的调节

神经递质	感受器	第二信使	分泌功能
去甲肾上腺素	β-肾上腺素能	环腺苷酸	蛋白质胞外分泌
	α-肾上腺素能	钙离子	液体和电解质输送
乙酰胆碱	毒草碱	钙离子	轻微蛋白质释放
	胆碱		液体和电解质输送
P物质	肽激性刺激物	钙离子	中度蛋白质释放
			液体和电解质输送

收、分泌和蛋白质释放在内的各种不同导管的细胞功能。

唾液的分泌不稳定，变化很大，影响因素众多。情绪、气候、年龄均要影响唾液的分泌。如精神恐惧、心理紧张，则抑制分泌。冬季分泌较多而夏季较少，因其分泌与全身体液代谢有关，若出汗多，唾液分泌就减少。此外，食物、药物、疾病及中枢神经活动等都可影响唾液分泌。当尝到或嗅到酸味时能引起大量的唾液分泌，常多达每分钟5ml 或基础分泌率 8~20 倍。当嗅或尝到特别喜欢的食物时，分泌唾液的量远远超过厌恶食物的量。

2. 唾液分泌的增龄变化　流速（flow rate）或流率指唾液分泌的速度，是衡量唾液分泌的重要参数，也是影响唾液成分最重要的因素。目前认为，随着年龄的增长，唾液的流率明显下降。儿童平均唾液流率为 0.65ml/min，老年人约 0.37ml/min。在排除其他影响因素的情况下，唾液分泌率（Y）与年龄（X）成一定函数关系：男性为 Y=-0.09（X-25）+5.71ml，女性为 Y=-0.06（X-25）+4.22ml。

不同腺体的增龄变化是不同的。在安静状态下，下颌下腺分泌约占 65%，腮腺约占 30%，舌下腺约占 5%；而在刺激状态下，腮腺的分泌明显增加，可达 50%以上。通常口腔粘膜下许多小腺体很少分泌，只在刺激状态下才明显的分泌。对唾液总量，在无刺激状态下，老年人分泌下降，在刺激状态下则无明显变化。

总的来说，基本健康状况良好的人，唾液腺的分泌随年龄的增加并无普遍下降，但是成分却有一定的改变，表 18-3 显示 60~65 岁老年人与青年人唾液流率的比较，可见对刺激性唾液分泌，流率无明显变化；非刺激性唾液分泌整体流率降低。因此，唾液腺分泌功能的增龄性变化，主要体现在下颌下腺、舌下腺和小涎腺，而腮腺没有明显改变。唾液分泌功能的降低目前认为主要是老年人全身因素所致，如全身慢性疾病、药物副作用、放射线治疗以及不良习惯、心理因素、生活环境等的变化，而腺体生理性的衰老作为次要因素可能也参与其中。

表 18-3 年龄对人唾液流率的影响

状态	总量	腮腺	颌下腺
柠檬酸刺激	—	—	↓
无刺激	↓	—	↓

注："—" 表示无明显数量，"↓" 表示下降。

3. 唾液成分的增龄变化　唾液流速的下降可导致唾液成分发生变化。特别是 CO_2 含量降低，HCO_3^-浓度下降，导致唾液中和游离 H^+的能力下降，pH 值降低。有研究表明，唾液 pH 值与年龄成反比，相关系数为 $r=-0.3025$（$P<0.01$）；年龄增加 16 岁，唾液 pH值就降低 0.1，遵循下列直线回归方程：$\bar{Y}$(pH 值)=6.8054−0.0060×年龄（$P<0.01$）。

老年人唾液中无机成分也可发生一些变化。老年人刺激性唾液中 Ca^{2+}、Na^+、Cl^-降低，KCO_3^-不变，$MgPO_4^-$尿素增加。有学者对老年人唾液微量元素进行研究，并与青年人对照，发现老年人唾液中除钼、钙外，其他微量元素含量与青年人无差异。

粘蛋白是唾液中的主要蛋白质，包括低分子的 MG_1 和大分子的 MG_2，这种具有粘滑性质的蛋白质覆盖于全部口腔组织表面，由颌下腺、舌下腺和小唾液腺所分泌。口腔中小唾液腺的分泌虽仅占每日唾液总量的 10%，但其粘蛋白含量却占唾液粘蛋白总量的 70%。随着年龄增长，唾液 MG_1 和 MG_2 浓度均有下降，尤以 MG_2 下降更为明显。

富组蛋白具有升高菌斑 pH 的作用，还具有抗微生物作用，尤其是碱性富组蛋白对白色念珠菌有抑菌杀菌作用。此外，富组蛋白还有维持钙、磷浓度的作用，有利于再矿化。有研究表明，腮腺、颌下腺、舌下腺分泌唾液的富组蛋白的浓度和流率都随着年龄的增长而明显下降，而且富组蛋白占唾液总蛋白的比例也明显下降。

口腔免疫球蛋白包括 IgG、IgM、IgA 和分泌型免疫球蛋白 A（SIgA）。在唾液中最主要的免疫球蛋白是 SIgA，它由唾液腺的浆细胞分泌。在刚出生婴儿的唾液里，IgG 是惟一的免疫球蛋白；出生 1 周后，才能检测到 SIgA。几个月后，IgG 浓度逐渐下降直到不能检测出来，但在牙齿萌出后又重新出现，绝大部分 IgG 来自于龈沟液。SIgA 的形成与细菌在口腔的定植有关，在大多数 3 岁以上的儿童，抗变链菌的 SIgA 才能够检测到，并随着牙齿萌出而增加。总的来说，老年人免疫功能是下降的，既体现在 T 细胞功能上，也体现在 B 细胞功能上。随着年龄的增长，唾液免疫球蛋白的流率下降，导致感染性疾病包括龋病的发生增加。有研究认为，老年人唾液中抗变链菌和粘放菌的 SIgA 水平浓度高于青年人，这主要是由于老年人唾液流率下降致唾液消除率下降所致。但 SIgA 的分泌率明显低于青年人，并且 SIgA 的畸变率和崩解率随着年龄增加而增高，使其口腔免疫功能低下，抗感染能力降低。老年人由于牙齿缺失增多，龈沟液减少，加上营养不良，IgG、IgM 均减少。

随着年龄的增加，唾液淀粉酶的量减少，唾液变得粘稠，不利于口腔清洁，而有利于获得性膜的形成及细菌在牙面和口腔粘膜组织的粘附和定植。此外，溶菌酶、乳过氧化氢酶及碱性磷酸酶活性均降低。

随着年龄的增加，唾液的分泌及其成分均有一定的改变，相应的也影响到唾液的功能。唾液中的粘蛋白，可保持口腔组织的润滑柔软，使咀嚼、吞咽、言语等功能顺利进行；唾液淀粉酶，能分解食物中的淀粉成麦芽糖，具有消化作用。随年龄的增加，唾液中的粘蛋白、淀粉酶含量均降低，使唾液的消化、润滑作用减弱。冲洗作用主要受唾液流速的影响，老年人唾液分泌量降低，导致其机械冲洗作用减弱，清洁口腔的能力下降，对感染和龋病的防御减弱。此外，随着年龄增加，唾液中的 HCO_3^-浓度下降，使其中和 H^+的能力下降，pH 值降低，唾液缓冲及中和作用减弱。同时以唾液为媒介的抗菌成分，如免疫球蛋白、粘蛋白、富组蛋白及一些酶类的分泌也减少，导致口腔免疫功能

下降，抗菌作用减弱，较易发生各种感染性疾病。但是，唾液的粘附和固定作用将随着年龄的增加而增强，这是因为唾液变得粘稠的缘故。

二、牙齿的增龄性变化

（一）牙齿组成的变化

随着年龄的增长，老年牙齿咬殆面的牙尖和切缘被磨平、牙冠变短，在根尖部由于继发性牙本质的不断沉积，使牙根长度相对地逐渐变长。牙体组织在整体形态、色泽和质等方面发生明显的增龄变化。

1. 牙釉质的增龄变化　由于成熟的牙釉质表面不再含有生成釉质的成釉细胞，发育成熟的釉质不能修复和再生，随着年龄的增长，老年人的牙釉质由于长期咀嚼磨磨耗而逐渐变薄，尖嵴变平、点隙、窝沟消失，严重者咬殆面呈不规则凹槽状，釉质缺损，牙本质暴露，很近牙髓。牙釉质色泽由原来的乳白色或淡黄色半透明变成灰黄色并失去光泽。同时釉质结构也发生变化，釉柱间微孔缩小，通透性下降，含水量降低，使釉质的硬度和脆性增加，当咬殆力过大时，易造成牙釉质或牙齿折断。另外，随着年龄的增长釉质表层矿物质含量增加，如钙、磷，特别是含氟量增加，使釉质表层内酸的溶解性降低。

2. 牙本质的增龄变化　由于继发性牙本质能够不断形成，随着年龄的增长，在老年牙齿的髓腔壁上形成有继发性牙本质，其厚薄不一，磨牙的髓腔顶和底部比侧壁更为明显，前牙则在髓腔顶和舌侧壁较厚。

当老年牙齿因磨损、酸蚀、外伤、龋病等病损时，成牙本质细胞会受到伤害，受伤的成牙本质细胞或发生变性或被新分化的细胞取代，均产生防御性反应，即在损伤处相应的髓壁上形成修复性牙本质，以保护牙髓。另外，暴露在牙本质小管内的受伤成牙本质细胞突逐渐变性、分解，使管内充满空气，形成死区，这些又都是牙髓保护性反应的结果。

老年人牙本质的增龄变化包括继发性牙本质、修复性牙本质，以及死区的形成，随着年龄的增长，牙本质的增龄变化愈加明显。这些变化导致髓腔体积变小、髓顶和髓角低平，髓角变圆甚至消失，牙本质小管通透性下降，使其对外界刺激的反应能力降低。

3. 牙骨质的增龄变化　由于牙骨质有终生不断形成的特性，所以老年人牙骨质增龄变化主要表现为牙骨质明显增厚，尤其在磨牙根分叉及根尖区最明显，以此可引起由于釉质磨损所致的牙体长度的缩短，牙骨质的增龄变化还有利于牙折裂时的修复和对牙面磨损而造成缺损的补偿。同时，牙可因牙骨质的沉积而稍向殆面伸长而补偿垂直咬殆距离的降低。另外，随着年龄的增长，牙骨质的不断形成，老年牙根尖孔变小，根管变细使牙髓组织相连接的通道狭窄，导致牙髓组织也发生退行性变化，

4. 牙髓的增龄变化　牙髓是位于髓腔内的疏松结缔组织，它包含有细胞和细胞间质，并含有丰富的血管、淋巴管以及神经，它可以不断形成牙本质，并维持牙体的营养代谢，具有修复、营养、保护、感觉等功能。老年人的牙髓组织随年龄的增长逐渐衰老，牙髓细胞的数量逐渐减少，60 岁时是 20 岁的 14.3%，而 70 岁时只有年轻时的 5%。老化的牙髓细胞，细胞核变小，胞内的细胞器、粗面内质网、线粒体等均变小，高尔基复合体少见，这些改变不利于牙髓细胞对氧的摄取。由于老年人牙髓中的细胞总

量随年龄增长而减少，纤维成分增多，牙髓活力明显下降，另外老龄牙髓还因增龄的变化发生种种退行性变，如髓腔内矿物质沉积、钙化，形成大小不等的髓石和弥散性钙化等。随着年龄的增长，牙髓血管发生硬化改变，淋巴管退化，神经纤维减少、矿化等。其结果造成对牙齿的营养功能降低，对外界刺激的感觉迟钝。牙髓—牙本质复合体发生的一系列增龄变化，削弱了牙髓自身的修复能力，老年人牙髓的愈合能力降低，不利于牙髓病变的修复，同时使牙体硬组织失去主要营养而变得脆弱，牙釉质失去光泽容易折裂。

5. 根尖周组织的增龄变化　随着年龄的增长，老年的根尖周组织结构和功能上也发生了一些细微的增龄性变化。根尖部牙周膜内胶原纤维增多，细胞成分减少，病变后吸收破坏的根尖组织修复较年轻人慢；神经纤维功能下降，故对疼痛的敏感性降低。根尖部细胞性牙骨质的不断沉积使根尖孔变狭窄甚至闭合，影响血液进入牙髓组织，诱发牙髓的退行性变化。根尖孔牙骨质的持续性沉积将增加牙本质牙骨质界与根尖孔间的距离。虽然牙根的真实长度在不断增加，但如果以牙本质牙骨质界为测量终止点，根管工作度却在不断减少。在根管预备时，虽然根管工作长度的测量通常距根尖孔约 1mm，但在老年人患牙该值常大于 1mm。

（二）牙齿形态的改变

1. 磨耗　牙刚萌出时，前牙的切嵴开始磨耗。随着年龄的增长，咬殆面、邻面磨耗加剧。牙冠表面的牙尖、嵴等由于磨耗而降低，沟窝变浅，甚至消失。牙冠高度降低，颌间垂直距离缩小。严重者可由于牙本质过度磨耗而引起牙髓病或根尖周病。由于刷牙方法不当等原因，亦可造成唇颊面牙颈部的磨耗——楔状缺损。

2. 牙根部分暴露　由于老年人牙龈萎缩，可致近牙颈部的牙根逐渐暴露，易患根面龋。另外，牙槽骨吸收或牙磨耗后的代偿性萌出，也可引起牙根暴露；严重者可使牙松动、脱落。

3. 牙列缺损或缺失　老年人由于龋病、牙周病及衰老等原因造成牙列缺损、牙列缺失者较多。不但影响咀嚼与发声，而且可使颌间距离变短，鼻唇沟加深，口角下垂，上下唇内陷等。

（三）髓腔的增龄变化

老年人随着年龄的增长，髓腔内壁有继发性牙本质向心性沉积，使髓腔的体积逐渐缩小，髓角低平，根管变细，根尖孔缩小，髓室顶与髓室底之间的距离缩短，有些髓室和根管部分甚至全部钙化阻塞，给根管治疗带来困难（图 18-1）。另外，牙髓血供逐渐下降，进入根尖孔的动脉数量明显减少，致使牙髓组织萎缩，纤维组织逐渐增加而细胞成分逐渐减少，牙髓的恢复能力减弱，感觉迟缓。由于老年人牙髓的再矿化明显，故时有弥漫性矿化和髓石形成。

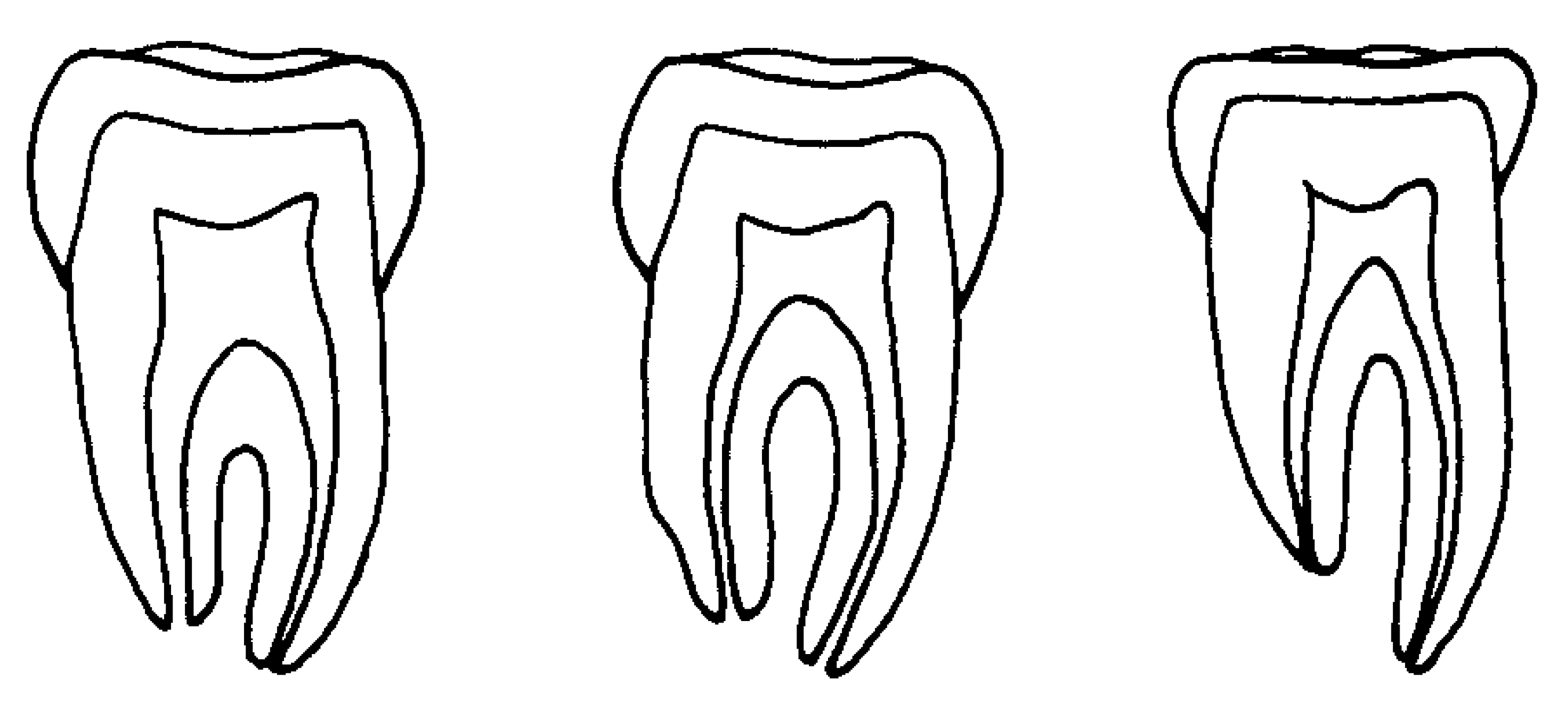


图 18-1　髓腔的增龄性变化

外伤、酸蚀、龋病或非功能性

磨耗等导致牙本质暴露时，可造成牙本质细胞损伤，产生防御性反应，在受伤处相对的髓壁上形成修复性牙本质，使髓腔缩小，髓腔出现病理性的变化。

第二节　老年常见牙体牙髓病

一、龋　病

龋病是老年人最常见的口腔疾病，调查表明发病率在60%~80%以上。牙菌斑为龋病发生的始动因子，菌斑中的产酸菌利用糖所产的酸，尤其是有机酸对牙更具侵袭力。菌斑中pH呈周期性变化，使菌斑与牙表面之间发生脱矿和再矿化，如果在相当长时间内脱矿过程占优势，则牙中的无机物如钙、磷逐渐丧失，遂发生龋。加之老年人全身免疫力下降，饮食习惯改变、营养及代谢功能失调等因素，使其罹患龋病的危险性增加。老年人龋病的主要特点：

（一）龋病类型

多为慢性龋和继发龋，但当老年人长期患病，抵抗力降低，生活不能自理，忽略甚至放弃口腔卫生以及全身极度营养不良时，也会发生急性龋和猛性龋。

（二）好发部位

老年龋病好发于牙颈部及根面，由于牙龈萎缩，牙根面暴露相邻牙触点消失，牙间乳突变平，牙间隙增宽，牙齿邻面及颈部食物嵌塞不易清洁，容易产生牙菌斑而发生龋病。另外，牙颈部是釉质与牙骨质的交接区，是组织结构薄弱的地方，一旦牙龈萎缩，该区抗酸能力减弱，因此老年龋常发生在牙龈萎缩的颈部、根面以及邻面。

（三）老年根面龋

老年龋病发生在根面者居多，因牙骨质的钙化基质呈板层状排列，龋损常围绕根面环形发展，分层损害，在牙颈部由于该处牙釉质和牙骨质均很薄，一旦发生龋病就很快破坏到牙本质。当龋损深入牙本质时向根尖方向及颈部釉质下发展形成无基釉，此时龋病组织呈浅棕色或褐色，边缘不清的浅碟状。龋损破坏到根部牙本质深层时，造成根部硬组织严重缺损，形成龋洞，洞内有软化的牙本质和食物残渣等，探查时老年患者可有明显的疼痛，受外界刺激时可产生激发痛。

（四）老年患者对疼痛的反应性

由于全身及其他因素的影响，老年患者对龋病的疼痛反应不一。一般来说，老年人全身各器官功能逐渐衰退，加之牙体组织的增龄变化，对龋病的疼痛反应迟缓，当龋病处于浅、中洞时，其临床症状并不明显。对外界的冷、热、酸、甜等刺激时，可无激发痛，或仅有轻微疼痛。龋病发展到牙本质深层成为深龋洞时，受到外界刺激时，才出现疼痛感觉。相反体质较差的老年患者，或者对痛觉极度敏感的老年人对疼痛的耐受力差，可能会仅因牙颈部及根面的暴露、釉质的磨损变薄而出现明显的临床症状。

由于牙颈部牙体组织结构薄弱，加之不易清洁，龋病进展较快，探诊检查时龋洞不一定很深，但已接近牙髓，可出现明显的临床症状。因此，在诊治老年龋病时，慎重考虑老年患者对疼痛的反应，正确判断龋病的牙髓状况十分重要。

少数老年龋病的发生有一定的对称性，但病变的程度，损害的大小可不相同。其原因可能是因为牙龈萎缩通常发生于多个牙齿的关系。

由于老年人牙体硬组织的增龄性变化，青年人和老年人口腔生理条件的差别，而使老年人龋病的临床分类、临床表现、细菌学等方面均有其独特之处，并且根据这些特点，其治疗原则也有所不同。

二、牙髓及根尖周病

老年牙髓病和根尖周病在许多方面与成年人相似，也有一些不同，其发生与老年牙髓组织及其根尖周围组织的解剖学、生理学、病理学和临床等特点有密切的关系。

（一）牙髓病

老年牙髓疾病的发生率很高，是引起老年人牙痛的主要原因。牙体结构的增龄性改变，在老年人群也呈现其独有的特点。

牙髓炎可以是急性的或慢性的，其炎症病变可能是牙髓的一部分，也可能是全部牙髓，牙髓可能是感染状态，也可能是非感染状态。炎症变化的范围和性质很难从临床上加以区分，因老年人的牙髓发生炎症后，几乎没有恢复正常的可能，临床治疗不能做活髓保存治疗，需要进行去髓治疗。但按其临床发病和病程经过的特点，又可分为急性牙髓炎（包括慢性牙髓炎急性发作）、慢性牙髓炎、残髓炎和逆行性牙髓炎。

牙髓坏死是牙髓炎继续发展的结果，或因外伤导致牙髓血供突然中断而发生；深洞未经垫底直接用复合树脂修复也可引起牙髓坏死。牙髓坏死组织呈无结构样物质，液化或凝固状。全部牙髓坏死在未波及根尖周组织以前一般无自觉症状，发生于前牙可见牙冠色泽变暗。牙髓坏死如不及时治疗，病变可向根尖周组织扩展，引起根尖周炎。

临床检查可见牙冠变色，探诊穿髓孔无反应，牙髓冷热诊和电测试均无反应，X 线片上示根尖周组织无变化。

牙髓变性是老年人很常见的牙髓病变，包括纤维性变和钙化。纤维性变在老年人中尤其多见，牙髓内纤维组织增多，细胞成分减少，牙髓苍白坚韧，临床上无特殊表现，也不具临床意义。

牙髓变性一般无自觉症状。少数髓石病例可出现剧烈的自发痛和放射性疼痛类似三叉神经痛，但无扳机点及三叉神经痛历史。主要通过 X 线检查发现髓石。表现为在透射的髓腔阴影中有阻射的钙化物。要确定疼痛是否为髓石所引起。应在排除其他可能引起放射性痛的原因后，且经过牙髓治疗疼痛得以消失方能确诊。

（二）根尖周病

1. 急性根尖周炎　急性根尖周炎是发生在根尖组织、疼痛较剧烈的炎症反应。按其病变发展过程，可分为急性浆液性根尖周炎和急性化脓性根尖周病两个阶段。

急性浆液性根尖周炎的临床过程较短，主要症状是患牙咬合痛。老年人对疼痛的敏感性下降，一般在初期无自发痛或只有轻微的钝痛，患牙的根尖部不适、发胀和浮出的感觉，咬合时患牙与对殆牙早接触。但在初期用力紧咬患牙疼痛可暂时减轻，这是因为咬合压力能暂时将根尖周膜充血血管中的血液压出，减轻了组织压的缘故。随着病变的

发展，根尖牙周膜内已有渗出液淤积，患牙浮出和伸长感逐渐加重，咬合时反而加重疼痛。因此，患者通常不愿咬合，影响进食。随着根尖部炎性渗出物的增加及炎性介质的释放，牙周膜内的神经受到刺激，引起自发性、持续性、局限性疼痛，不放射到邻牙或对殆牙上，患者能明确指出患牙。口腔检查可见患牙有龋坏等牙体硬组织疾患或深牙周袋，牙齿变色和失去光泽，温度测验和电测验均无反应，叩诊会引起剧烈疼痛，扪压根尖相应部位的粘膜也有疼痛感。

急性化脓性根尖周炎多由急性浆液根尖周炎发展而来，但多由慢性根尖周炎急性发作引起。表现为根尖区持续性、搏动性剧烈疼痛，患者自觉牙明显伸长，不敢咬合，轻微触及患牙也会引起疼痛。老年人由于免疫功能下降，全身健康状况复杂，易伴有乏力、虚脱、发热等全身症状。口腔检查可见患牙多已变色，叩痛极为明显。根尖区附近的软组织红肿，扪压痛，相关淋巴结肿大、压痛，患牙松动。原发性急性根尖周炎的X线检查可见根尖部无明显改变或仅有牙周膜间隙的增宽，若为慢性根尖周炎急性发作而来者，则可见根尖部有牙槽骨破坏的透射影像。

在急性化脓性根尖周炎形成的3个阶段，其临床表现略有不同：根尖脓肿阶段，患牙相应根尖区附近的组织发红，肿胀不明显；骨膜下脓肿阶段，疼痛尤为剧烈，牙龈肿胀更明显，根尖区粘膜转折处变浅、变平，相应面颊部软组织呈反应性水肿，全身症状也加重；粘膜下脓肿阶段，疼痛明显缓解，相应根尖部的牙龈肿胀更明显并趋于表面，扪诊时有明显波动感。

2. 慢性根尖周炎　慢性根尖周炎病理学角度分有慢性根尖周肉芽肿、慢性根尖周脓肿、慢性根尖囊肿和慢性根尖周致密性骨炎四种类型，是老年根尖周病患者临床上最常见的一类疾病。在老年人中，因殆面长期慢性磨耗或牙颈部楔状缺损，牙髓退行性变，进而坏死，患者一般无明显自觉疼痛症状，常因牙龈起脓包长期反复溢脓来就诊。有的患牙有时有咀嚼乏力或不适感，除慢性根尖周致密性骨炎外，临床上一般可追问出患牙有牙髓病史、反复肿胀史或牙髓治疗史。

口腔检查牙多有严重牙体缺损或隐裂，牙齿多变色或失去光泽，温度测试和电测试无反应，叩诊一般不痛，有时有异样感或轻微叩痛。无瘘型慢性根尖周脓肿在临床上很难与根尖周脓肿区别。有瘘型者可患牙根尖部的唇、颊侧或腭、舌侧牙龈表面发现瘘道口，也有开口于皮肤得称作皮瘘。慢性根尖囊肿在囊肿发展较大时，可见根尖部相应的软组织膨隆，表面不发红，扪压时富于弹性，有乒乓球感。

不同病变类型的慢性根尖周其X线表现有所不同：①根尖肉芽肿的表现是根尖有圆形、直径一般小于1cm、边界较清楚的透射影像，周边骨质正常或稍显致密。②慢性根尖周脓肿形状不规则，透射区边界模糊，周围骨质疏松呈云雾状。③较小的根尖周囊肿在X线上与根尖周肉芽肿不易区别，应结合临床表现加以分析，例如在根管内发现有稀薄而透明的渗出液时，应疑为渗入到根管内的囊液，若置显微镜下观察到胆固醇结晶，而可证实为根尖周囊肿；较大的根尖周囊肿在X线片上可见患牙根尖有较大的圆形透射区，典型的表现是透射区有边界清楚的骨白线围绕；大型根尖周囊肿应注意与颌骨囊肿和成釉细胞瘤相鉴别。④慢性致密性骨炎在X线照片上表现为根尖部局限性的骨质致密不透射影像，骨小梁的组织结构与正常骨差别很少。

三、非龋牙体疾病

(一) 楔状缺损

楔状缺损是老年人牙齿的常见牙体疾病，也是引起老年牙痛的主要原因，多由牙颈部的硬组织缓慢性消耗而致。关于楔状缺损的确切病因，尚不清楚，老年人的发病多与使用硬毛牙刷、刷牙方式不当，横向刷牙以及慢性消化道疾病，胃酸反流等酸性物质在龈缘颈部存留，可能使颈部组织脱矿溶解。长期大量饮用酸性饮料如果汁、葡萄酒、碳酸饮料都可能引起楔状缺损。

一般说来，年龄愈大楔状缺损的牙数愈多，并且程度愈严重。多发生于$\frac{345}{345}$区牙弓弧度最突出位，常对称出现，一般都伴有牙龈萎缩。好发于牙颈部釉质和牙骨质交界处，多位于牙齿唇颊侧的牙颈部，偶尔也见于牙龈萎缩牙的腭侧颈部。缺损形状多为呈两个平面相交的“楔形 V”，但也有呈椭圆形或其他形状者。

楔状缺损的表面光滑 质地硬有光泽，边缘整齐，一般为牙体本色，有时也有不同程度的着色。缺损程度不一，可分浅型、深型和穿髓型，前两型可无症状或有牙本质过敏症，穿髓型则有牙髓炎症状。由于楔状缺损为慢性损害，来就诊时已经发病数十年，在相对应根管处有继发性牙本质形成，因此，临床检查有时缺损非常接近牙髓腔，甚至能观察到钙化的根管呈深黑色影像，但无明显症状。

(二) 磨损

恒牙一旦建立咬殆关系，就一直担负行使咀嚼功能。在咀嚼食物过程中，牙齿总会有一定的磨损，日积月累，到了老年牙齿的殆面便会出现明显的磨损现象，这种磨损称为生理性磨耗。老年人牙齿基本上都有一定的磨耗，该磨耗具有一定的生理学意义：随着年龄的增长，牙齿殆面的磨损可以缩短临床牙冠的长度，保持牙冠长度比例的协调，又降低了牙尖高度，缓冲了侧向压力，使牙尖的形态与牙周组织的功能相适应。不良习惯或磨牙症会造成牙齿过快过多的不均匀磨损，并由此产生一系列病理状态，这种磨损称为病理性磨损。

(三) 牙隐裂

老年人牙齿质地变脆，容易发生牙隐裂，在牙冠表面的细微不易发现的非生理性裂纹。裂纹常与殆面的近远中发育沟重叠，越过边缘嵴延伸到邻面。发生在上颌磨牙近中腭尖处的隐裂较多见。磨牙及前磨牙是隐裂好发牙，可用下列不等式表示：$\underline{6}>\underline{7}>\overline{67}>\underline{45}$。老年人的牙齿，常出现殆面不规则的磨耗，如果牙尖高陡，下颌侧向运动时，高陡的颊、舌牙尖产生阻力，咬合过紧时颊、舌牙尖可产生较大的水平分力，导致隐裂发生。隐裂与殆面的沟裂重叠越过一侧或两侧边缘嵴，上颌磨牙隐裂线常与殆面近中沟重叠，下颌磨牙隐裂线常与殆面近远中发育沟重叠，越过边缘嵴达邻面，前磨牙隐裂常为近远中向。

临床表现与裂纹的深度有关。裂纹达牙本质浅层时患者往往有咬合不适感，随着裂纹加深，表现为定点性咬合痛，即当殆力作用于隐裂线上出现撕裂样剧痛。

(四) 牙齿敏感症

又称牙本质过敏，牙齿受到机械（刷牙、摩擦、咬硬物）、温度（冷、热）、化学

（酸、甜）或渗透压变化等刺激时，出现单个或全口牙齿异常酸软疼痛的感觉，是各种牙齿疾病共有的症状，而不是一种独立的疾病。老年人的牙本质敏感症很常见，其最典型的特点为发作迅速、疼痛尖锐、时间短暂，但也有发作迟缓、症状不明显者。其病因、发病机制、临床表现及治疗原则详见本书相关章节。

第三节　老年牙体牙髓病诊断治疗的特点

一、老年龋病的分类

老年人的龋病大多是慢性龋。根据龋病破坏的程度，病变所在部位的深浅，可分为浅龋即牙釉质龋或牙骨质龋，中龋即牙本质浅层龋，深龋即牙本质深层龋，此分类在临床上最常用。

浅龋的龋损仅限于牙釉质层或牙骨质，前者称为牙釉质浅龋，后者称为牙骨质浅龋。根据浅龋所在的部位分为光滑面龋、窝沟龋和牙骨质龋。患有慢性全身系统疾病，生理功能严重衰退，自理能力差的老年人多见。

发生在牙根面的浅龋称为牙骨质龋。因牙骨质的厚度仅为20~50μm，又因根面牙骨质的有机成分多，龋坏发展较为迅速，很快波及牙本质，因此又称为根面龋。根面龋呈浅蝶状，可围绕根面环形发展。在临床上病人一般无自觉症状，常在检查时才发现。牙骨质龋是老年人最常见的龋损形式。

老年人，由于龋病好发于牙颈部和牙根表面，是牙体组织结构薄弱环节，因此，龋病一旦发生，很快就累及牙本质，形成牙本质浅龋。牙齿随着牙髓的增龄性变化，在牙本质髓腔端形成大量的继发性牙本质，牙本质中矿物成分增加、有机成分减少，同时牙髓组织中细胞成分减少，纤维成分增加，使老年人早期牙本质浅龋对外界刺激不敏感。临床检查老年颈部龋呈深褐色。这可能与该处有机物较多，细菌分解有机物产生的色素有关。牙釉质磨耗严重、牙本质完整暴露的老年人，咀嚼和刷牙时因过度敏感，影响局部清洁卫生，导致龋损不经过牙釉质而直接发生于牙本质，以唾液腺功能严重衰退，口腔卫生护理及自理能力差的老年人，特别是磨牙咬殆面多见。

老年人患牙本质浅龋时，因对外刺激反应迟钝而未获得及时的治疗，很快就发展成为深龋。老年龋病好发部位牙颈部和牙根部的牙本质较薄，当牙髓对外界刺激有反应时，龋损已经非常靠近牙髓腔。由于老龄牙髓退行性变，一旦受到损害，很难恢复到正常状态。因此对于老年深龋一旦出现牙髓炎症状，一般需做牙髓治疗。

二、根面龋的临床特点和诊断

发生在牙齿根部的龋病称为根面龋。根面龋发生于牙周组织退缩的牙根部，最常见于老年人，但也不仅仅发生于老年人，任何使牙龈组织牙槽骨吸收牙根暴露均可能发生。通常牙齿的根部被牙龈组织覆盖，未暴露在口腔环境中，因此不会发生龋病。但一旦牙周组织萎缩、牙根面暴露，则为患根面龋提供了可能性。

老年人机体变化的本质是细胞功能的衰退，牙齿、牙周组织同样亦有衰退表现。老年人由于牙周组织退缩，牙龈萎缩，牙颈部及根面暴露，容易造成食物嵌塞，不易清洁

而产生菌斑，从而导致根面龋的发生率增高。

临床上常发生在任何牙齿的牙龈退缩的牙骨质面，下前牙，前磨牙的邻面、唇面，并向邻颊面、邻舌面发展，也可由楔状缺损继发而来。

由于根面龋直接暴露在口腔环境中，又因根部牙骨质结构的特点，脱矿和再矿化现象，故龋病进展缓慢、病变较浅，龋坏部位呈浅棕色或褐色边界不清晰的浅碟状。龋损进一步发展，沿颈缘根面扩散形成环形；病变发展从牙骨质侵入牙本质时，向根尖方向发展，一般不向冠方发展侵入釉质，在颈部釉质下潜行发展形成无基釉；严重者破坏牙本质深层，造成根管牙体硬组织严重缺损，使牙齿抗力下降，在咬𬌗压力下可使牙齿折断。

根面龋多为浅而广的龋损，早期深度0.5~1mm时不影响牙髓，疼痛反应轻，患者无自觉症状。病变加深，接近牙髓时，患者对酸、甜、冷、热刺激产生激发痛。

通过观察暴露的牙根部有无浅棕色、黑色改变，有无龋洞形成。用尖头探针探查根面有无粗糙、钩挂或进入的感觉，被探面是否质地变软，探查时病人是否感到酸痛或敏感，还可探查龋坏范围、深度、有无穿髓孔等，也可利用X线检查对根面龋做出诊断。

三、老年根面龋的治疗方法

对根龋的深度限于牙骨质和牙本质浅层，呈平坦而浅的龋洞或龋坏部位易于清洁或自洁；龋洞洞壁质地较硬，颜色较深，呈慢性或静止状态可采用药物治疗。用器械去除菌斑及软垢，再用砂石磨光后用封物处理患处。所使用的药物应具有刺激性小、促进再矿化等作用。氟化物处理根面，防治根面龋效果更好。

根龋一旦形成牙体组织的缺损必须通过修复治疗达到恢复外形和功能的目的，修复治疗的原则、方法详见第七、八章。治疗中要特别注意：

1. 由于牙根部牙骨质和牙本质均较薄、有机成分多，一旦发生龋坏，病变发展快，并且距髓腔较近，去净龋坏组织消除细菌感染，保护牙髓更为重要。

在操作时，可使用慢速球钻沿洞壁轻轻地、间断地钻磨，并用冷水装置，避免产热，这样既去净龋坏组织和软化牙本质，又避免对牙髓造成激惹。也可使用挖器去除软化牙本质。

2. 由于根龋所在的部位不直接承受咬合压力，在去除了洞内的龋坏组织后，修整窝洞时重点在制备固位形，为尽多地保留健康牙体组织不必加深窝洞，可用细裂钻或小球钻沿洞壁做修整或沿洞底做倒凹增加固位，使窝洞呈口小底大，洞缘圆缓形状。

当根龋发生在触点以下的牙面时，应从颊舌侧方向入手，去除龋坏组织，可制备成单面或邻颊（舌）洞形。若龋坏破坏了触点，或龋坏发展到邻面并涉及边缘嵴，可制备成邻𬌗洞。

当龋病沿根面环形发展形成环状龋时，牙体组织的强度削弱，去除龋坏组织充填修复后，应作全冠修复。如果根面组织破坏较多，此时虽无明显的牙髓炎症状，也应做根管治疗，利用根管桩、钉插入根管，使之通过龋坏部位的组织薄弱处，充填修复后增加牙体的抗力。这样可避免在正常咬𬌗时发生牙冠折断。在打桩时不要加力过大，否则在牙根薄弱处易发生折裂。

根面龋发展到龈下部位时，牙龈组织会有不同程度的炎症。为改善牙龈组织的炎

症，可先用器械或刮匙做根面洁治和刮治，并去除龋坏区软化牙本质，清洗干燥根面后用氧化锌丁香油粘固粉封闭，一周后再进行下一步的治疗。

3. 根部窝洞一般较浅，窝洞的消毒和垫底应选用对牙髓无刺激的修复材料如玻璃离子体粘固剂可不垫底。用复合树脂充填时，垫底材料可选择氢氧化钙。

4. 由于根龋的特殊部位，充填时要注意严密隔湿，因窝洞紧邻牙龈，应避免唾液，龈沟液进入窝洞，否则会影响修复材料的性能。使用汞合金时，由于不易操作，要注意层层压紧，否则会造成洞壁的微渗漏。双面洞时应使用成形片或楔子，以保证材料与根部贴合，避免悬突。

5. 银汞合金修复时要考虑根龋修复治疗的特点，以及根龋部位的特殊性，制洞时以固位形为主。

银汞合金粘接修复是龋病修复治疗的一大改进，克服了银汞合金无粘接性，增加固位造成磨去过多的牙体组织，这样会使牙齿的抗咬殆力能力下降。充填时用的侧向压力不利于层层压紧，增加了洞壁微渗漏的可能。由于根部窝洞浅而宽大，不易固位，因此充填时操作困难等问题，适用于各种类型的窝洞。

常用银汞合金粘接剂品牌有 Amalgambond，All-Bond 2Panavia EX，Scotchbond，Multipurpose，Super-bond 等化学固化粘接剂。

粘接剂能增强了银汞合金充填体的固位力和抗折力，对窝洞的封闭作用较洞漆更好而持久，可改善充填体与洞壁的密合性渗漏。

6. 玻璃离子粘固剂修复　是根面龋修复一种较理想的材料，该材料对牙釉质、牙本质均有较强的粘接性，备洞时可仅去除龋坏组织，不需严格的窝洞制备，可有效保留健康牙体组织，增加牙齿的抗力，特别适用于老年根龋的修复治疗。对牙髓组织的刺激性较轻，可不必垫底。材料的热膨胀系数与牙齿相近，封闭性能好，保证了洞壁边缘的密合。可释放氟增强牙本质的再矿化，预防继发龋的发生。现临床常使用两种材料：化学固化复合体和光固化复合体。

四、老年牙髓病的临床特点

老年人牙髓疾病的发生率很高，而且是老年人牙痛的原因之一。牙髓疾病作为发生在牙本质牙髓复合体中的疾病，随着牙体结构的增龄性改变，在老年人中也呈现其独有的特点。与年轻的牙体组织相比较而言，老年人的牙本质中出现继发性牙本质及牙本质小管封闭，即管内牙本质的不断形成，使牙本质的敏感性降低；牙髓组织由原来的多细胞少胶原向多胶原少细胞过渡，同时由根尖孔进入的血供明显减少，这使得老年人牙髓组织的修复能力减弱；牙髓组织中的神经由于退行性变及髓鞘的矿化而引起神经分支减少，这使得老年人的牙髓组织对外界刺激反应迟缓，自身修复能力下降。

老年牙髓病按照临床表现将其分为：可复性牙髓炎、不可复性牙髓炎（急性牙髓炎、慢性牙髓炎、逆行性牙髓炎、残髓炎）、牙髓坏死、牙髓变性。

可复性牙髓炎属于病变较早期的牙髓炎，范围局限，无自发痛及夜间痛，无咀嚼痛，但受到冷热刺激时，可产生短暂、尖锐的疼痛，延迟反应轻微甚至不易察觉。这种牙髓病变在老年就诊患者中少见，就诊时此期常已过。

（一）急性牙髓炎

由于老年牙髓组织的增龄性变化，老年牙髓炎通常症状轻微，但个别急性期的病人仍可表现典型的症状；剧烈而严重的自发痛、激发痛、夜间痛为其显著特点。疼痛性质尖锐，呈阵发性，随病变的持续及病变的加重，发作频繁、缓解期缩短乃至消失，可持续数小时。急性牙髓炎时因牙髓感觉神经来自三叉神经第2、3支，常发生牵涉性痛；且从神经生理来看，从牙髓来的损害刺激感受器系统的传入信号投射在触突上，汇报到三叉神经脊核尾部或后腹侧丘脑核的神经元上，这些部位也是面部组织感受器的输入投射部，故患者常无法准确指出疼痛部位，易发生误指。一般全口任何一颗牙可反射至同侧耳颞部，前后上下可交叉，但除前牙外一般不至对侧。此外，在疼痛发作期间或间歇期，冷热刺激可加重或诱发疼痛，早期多为冷刺激加重而热刺激缓解，后期则相反。

由于疼痛可能是惟一的主诉，且有误导性，临床检查对正确的诊断显得尤为重要。老年人余牙的保留是其口腔治疗的关键，而牙髓治疗多为不可逆性，因此一定要诊断正确再行适当的治疗。患牙一般多有龋坏，可探及穿髓孔，老年人由于髓腔的增龄性变化，炎症早期症状明显很快导致牙髓组织的坏死。冷热刺激可诱发症状，但老年人应注意延缓反应性痛——即老年人由于牙本质厚度的增加和牙髓神经的减少，使得其对冷热刺激的反应与年轻人相比要迟缓一些。早期叩诊可无异常，当炎症波及根尖周组织时可垂直向叩痛。患牙对牙髓电测试反应值早期较正常低而晚期高。

鉴别诊断时要注意：

1. 牙间乳头炎　老年人由于牙龈退缩，常有食物嵌塞史，由于卫生措施不得力，可导致牙间乳头炎。表现为牙龈肿胀充血，持续性胀痛。

2. 三叉神经痛　为老年人多发的一类神经疾患，表现为阵发性电灼样、撕裂样、针刺样疼痛，有扳机点的存在，有完全无痛期，每次持续数秒钟至1~2分钟，不超过5分钟，无夜间痛，患者常有特殊面容。

3. 急性上颌窦炎　老年人常有鼻窦炎，其头痛、鼻阻、脓涕症状明显，所毗邻的上颌后牙区可表现持续的胀痛，应注意鉴别。

4. 蝶腭神经痛　为一类进行性加重的原因不明的急性发作性疼痛，主要集中在一侧上颌、鼻窦和眶后区，患者常伴有鼻塞、畏光和流泪等症状。它与牙髓炎明显不同的一点在于：蝶腭神经多在每天同一时间发作，而牙髓炎的发生没有时间的规律性而有冷热诱发因素。

5. 干槽症　干槽症发生在拔牙后3~4天，为拔牙创伤的感染性疾病。表现为拔牙区剧烈、持续、进行性加重的疼痛，可向同侧面部及颌骨区放射。但根据拔牙史、疼痛定位准确、与冷热刺激关系不明显等特点可与急性牙髓炎鉴别。

（二）慢性牙髓炎

老年慢性牙髓炎根据髓腔是否开放及牙髓组织反应性分为慢性闭锁性牙髓炎及慢性溃疡性牙髓炎，以前者多见。慢性牙髓炎偶有轻微的自发性钝痛，但有较长期的冷热刺激痛，延迟反应明显。患者因病程迁延对根尖周影响可出现咀嚼痛，慢性溃疡性牙髓炎有典型的食物嵌入痛。慢性炎症急性发作时，表现与急性牙髓炎类似，但程度常较后者轻。

慢性闭锁性牙髓炎可见有龋坏，常不能探及穿髓孔。患牙对牙髓电测试的反应值较正常高，牙髓冷热试验不敏感，晚期可有叩痛。慢性溃疡性牙髓炎在老年人中也不少见，髓腔多已穿通，早期色泽鲜红、探痛明显，晚期浅探痛不敏感而深探痛有反应。患者常不用该侧咀嚼，存积大量软垢和牙石，叩诊反应不定，患牙对牙髓电测试及冷热试验反应迟钝。

鉴别诊断主要是溃疡性牙髓炎与牙髓息肉、牙龈息肉及牙周息肉相鉴别。后两者根据息肉来源及患牙牙髓活力状态不难鉴别。此外，老年人的颞下颌关节功能紊乱病也可引起同侧后牙区的疼痛，而被患者误认为是牙髓炎。但这种疾病多有关节区的疼痛，伴有不同程度的关节运动异常，如弹响、下颌偏移、运动障碍及肌肉压痛，且病程长、病情反复，口腔检查牙体无可疑病变，但磨耗严重时仍应注意是否有咬殆创伤引起牙髓炎的情况。

（三）逆行性牙髓炎

逆行性牙髓炎在老年患者中较常见，其感染源自牙周，又称牙周牙髓联合病变。一般将其分为3类：由牙周病变引起牙髓炎症，由牙髓疾病引起牙周病变，牙髓牙周同时存在病变。最后一类称为真正的牙髓牙周联合病变。牙周感染可通过侧支根管、副根管和根尖孔到达牙髓，引起局灶或全部性的牙髓炎症。反之，牙髓病变的晚期炎性物质又可经此途径到达牙周，甚至经牙周排脓等。此类患者兼具牙周炎、根尖周炎和牙髓炎的多种特性。牙髓炎可表现为急性或慢性过程，牙周炎使患者感到牙松动、咀嚼无力或疼痛、乃至牙周溢脓。治疗时需要兼顾牙髓牙周的病变，才能达到较好的治疗效果。

牙体常完整，但可探及深达根尖的牙周袋或Ⅲ度以上的根分叉感染，患牙松动或不松，叩痛阳性，牙髓电测试反应因不同时期而有所不同。X线片上第一类的患者可见牙周间隙增大明显，而尖周的透射影相对较小；第二类则相反，为底大口小的牙周根尖周联合透射影。至于第三类，由于同时发生牙髓牙周的病变，透射影则因病变的不同而不同。

（四）残髓炎

残髓炎是由根尖区感染的牙髓组织未去尽导致，其症状与慢性闭锁性牙髓炎相似，冷热刺激痛及延迟痛明显。在老年患者中也不少见，患牙多已进行过治疗。

牙体上可见修复材料，患牙对牙髓电测试反应值较正常高，冷热刺激可引发疼痛并有延迟痛，叩诊可为阳性。

（五）牙髓坏死

是各型牙髓炎发展的严重结果，另一方面，由于老年人的牙使用时间长，不断受到外界各种刺激和干扰，且具有累加效应，故易发生牙髓坏死。牙髓坏死者一般无自觉症状，多在检查治疗时发现。其诊断标准如下：患牙对牙髓电测试及冷热刺激均无反应，探诊阴性，诊断性磨除实验阴性，开髓后可嗅及坏疽味。

至于牙齿颜色的改变：由于老年人继发性牙本质的不断形成，牙本质厚度增加，且通透性降低，牙髓中血及其降解物不易透过其显色，故老年人的死髓牙并不表现为年轻人的灰黑色而仅为暗黄色。

（六）牙髓变性

老年人因牙齿使用时间久，且受到的刺激、治疗过程及愈后、牙齿本身的增龄性改变具有累加效应，牙髓发生变性的机会很大。老年人发生的牙髓变性主要是钙化变性。

钙化变性是老年人牙髓组织增龄性变化，在非龋坏牙中髓石的出现率老年人为年轻人的10倍。在冠部的钙化多在髓周形成共核的髓石；而在根部多是沿血管神经成片状排列的线性钙化组织。当牙髓发生病理性血循环障碍时，也可发生钙盐沉积，但为不规则性。牙髓钙化变性一般无症状，X线可见钙化影，临床则多在开髓或行根管治疗时因髓腔暴露不良及根管不通而发现。当髓石压迫神经可引起放射性痛，但无扳机点，且此诊断应为排除性诊断。

（七）牙内吸收

牙内吸收是指牙髓组织变性为肉芽组织，破牙本质细胞从髓腔内吸收牙体硬组织，严重者可造成病理性根折。目前原因不明，临床多无自觉症状，在X线检查可见髓室根管不均匀的膨大部分，有少数可表现出牙髓炎的症状。而牙外吸收多是由创伤引起的，表现为X线片上牙根的变短、局部牙根外表面的吸收等。临床早期可无症状、晚期与牙内吸收一样可引起根折。

五、老年牙髓病的治疗原则

对老年人牙髓病的治疗应遵循一般原则，治疗方案应个体化，以保守治疗为主，不必过分求全。在解决其主诉的同时应注意其口腔的其他问题，做到口腔疾病的早发现、早诊断、早治疗，提高老年口腔保健预防工作的质量。老年牙髓病的治疗在牙髓的增龄性变化主要是以保存患牙为主，保存活髓的治疗因老年人牙髓血供的减少而成功率很低，只有在严格选择适应证的情况下才采用。一旦牙髓穿通，则需去除牙髓进行下一步的治疗。而由于老年人经济情况及复诊的不便性，一次性治疗显得较为有利；治疗时间1次不宜过长，因某些高血压患者由于动脉硬化，压力感受器敏感性降低、交感神经系统对心血管反射性调节能力减退，久躺后易出现直立性低血压造成昏厥；若需复诊则应向患者及其家属交待清楚复诊时间、费用，详细解释治疗经过，并了解患者有何要求。在治疗过程中应仔细耐心，注意操作的准确性和轻柔性，不要给老年人增加不必要的负担。对伴有慢性疾病的老年患者，其机体免疫力下降，操作过程中的不当可引发急性感染。总之，在解除其症状、消除潜在危险的同时，还应尽量恢复其功能和美观，不能认为是老年人就忽视其治疗的美学效果。

（一）应急处理

目的是解除症状，缓解疼痛。老年人患者治疗应在无痛或尽量减少疼痛的情况下进行，切不可在治疗过程中增加患者的疼痛。

采用局部注射麻醉无痛技术，可用2%普鲁卡因局部浸润或阻滞麻醉，1次2~4ml。或2%利多卡因，1次2~4ml，对伴有室速的老年心脏病患者尤其适用，对伴有高血压、心功能不全的患者不应加肾上腺素。而新型的局麻药——碧兰麻，由4%的阿替卡因和1:100000的肾上腺组成，镇痛效果好而持久，且用量少，不需深部的阻滞注射，只用局部浸润即可获得完全的镇痛效果；但在老年高血压患者中使用时应谨慎。

通过人为穿通髓腔或扩大穿髓孔，降低腔内高压，而达到止痛的目的，是牙髓炎应急治疗的主要部分。但对逆行性牙髓炎，需去除牙髓活力方能止痛。对于此类患牙，还需进行降低咬合的处理，使患牙脱离咬合接触。

口服镇痛消炎药物作为应急处理的一部分有时是必需的。逆行性牙髓炎的病灶在根

髓部分，一般急诊的治疗效果不佳，应考虑辅以口服药。对于部分无条件处理的情况，可在穿髓处放置镇痛作用的药物起到一定的缓解作用。对于一些过于紧张的患者，给予一些适当的镇痛药，在药物本身的作用之外还可想到一定的安抚效果。

（二）牙髓治疗

由于老年人的特点，保髓治疗在老年牙髓病的治疗中应用十分局限。对无明显自发痛、刺激痛，去除腐质未穿孔，且难以判明是否发生牙髓炎症时可用间接盖髓术；当时除腐质有穿髓孔，但孔极小且组织敏感，周围是健康牙本质，有少量可控制出血时可用直接盖髓术。必须指出的是，保髓治疗的关键是去除感染和防止再感染，故暂封应严密。治疗后应严密观察患牙的情况，一旦出现自发痛或刺激延迟痛必须及时进行拔髓治疗。有学者指出间接盖髓后修复牙本质在 1 月内形成速度最快，并可持续至 1 年，最多可形成厚度达 390μm 的修复性牙本质。故严格选择适应证加上仔细正确的操作，也能保存老年人的牙髓活力。

当老年人不能耐受磨牙时，可适当给以麻醉药物。但此类治疗应注意避免使用含血管收缩剂的局麻药，因其可造成炎性物质堆积在牙髓组织中得不到有效的消除，对牙髓造成伤害。

保髓治疗应严格掌握适应证，治疗过程中应保护好穿髓孔不被污染，去净侧壁上的龋坏牙本质和无基釉，否则暂封不严密，无法确保无菌，随访观察患者术后反应。

当不能保存牙髓活力时，可进行保存患牙的治疗，方法主要有根管治疗、变异干髓术、塑化疗法等，详见相关章节。

六、老年根尖周病的临床特点及诊断

（一）急性根尖周炎

主要临床症状是咬合痛。初期患牙有轻度钝痛，早接触及浮出的感觉，用力咬紧患牙疼痛可暂时缓解。炎症发展后，患牙伸长感增加，不能咬合，呈持续性、局限性疼痛，能明确定位患牙。检查时叩痛明显，用手指扪压根尖区粘膜时，有压痛感。若牙髓已坏死则可见牙变色和失去光泽，对冷、热诊和电测试均无反应。X 线检查根尖区牙周间隙正常或轻微增宽。根据患牙不敢咬殆和明显叩痛不难作出诊断。

急性根尖周脓肿又称急性化脓性根尖周炎或急性牙槽脓肿，表现为根尖周组织坏死、变性、脓液积聚和骨质破坏。多由急性根尖周炎发展而来，也可由慢性根尖周炎急性发作引起。急性根尖周脓肿时，积聚在根尖部的脓液常沿阻力小的部位排出。最多见的是通过颊或舌（腭）侧牙槽骨及骨膜从粘膜或皮肤排出。老年患者经牙周袋由牙龈沟液排出也较多见，见于伴有重度牙周病的患牙，此时应注意与急性牙周脓肿相鉴别。经根管从龋洞排出，在老年人中并不多见。其中以通过牙槽骨及骨膜从粘膜或皮肤排出的症状最为严重，常伴发颌面部的蜂窝织炎，排脓过程可分为根尖脓肿阶段、骨膜下脓肿阶段和粘膜下脓肿或皮下脓肿。

急性根尖周脓肿临床表现为根尖区持续性、搏动性剧烈疼痛。患者自觉患牙明显伸长，不敢咬合或触及，严重者还伴有乏力、发热等全身症状。口腔检查可见患牙已变色和失去光泽。患牙对叩诊极度敏感。根尖区附近的软组织发红、肿胀，所属淋巴结肿大，有压痛。在根尖脓肿阶段，可见患牙根尖部相应的唇、颊侧牙龈发红，但肿胀不明

显。在骨膜下脓肿阶段，牙龈肿胀更明显，根尖区粘膜转折处变浅、变平，相应面颊部软组织呈反应性水肿。在粘膜下脓肿阶段，牙龈肿胀更明显并趋于表面，扪诊时有明显的波动感。以上各阶段中，以骨膜下脓肿的病情最严重，疼痛非常剧烈，全身症状也多在此阶段出现。X线检查由急性根尖周炎发展而来者，根尖部无明显改变或仅有牙周间隙增宽，若为慢性根尖周炎急性发作而来者，则可见根尖部牙槽骨破坏的透射影像。

（二）慢性根尖周炎

一般无明显自觉症状，仅有时有咀嚼不适感或轻微疼痛，但在机体抵抗力降低时，可转化为急性根尖周炎，因而常有反复疼痛肿胀的病史。

老年人慢性根尖周炎通常以慢性根尖周脓肿的形式出现，口腔检查可见患牙已变色和失去光泽，对冷、热诊和电测试均无反应。在牙龈粘膜上有时可见窦道口。如无窦道口，则很难与根尖周肉芽肿相区别。X线检查可见根尖部透射区，边界比较模糊，周围的骨质较疏松。在老年人中，根尖周囊肿较少见。

七、老年根尖周病的治疗

对于老年根尖周病患者，大多数都经历过牙髓病的治疗，他们较其他人群更知道保留患牙的重要性和良好口腔治疗的价值，常不愿拔牙，而希望进行保守治疗以提高生活质量。因此，彻底完善的根尖周病治疗对老年根尖周病患者都有十分重要的意义。

治疗前医生在对患者的口腔局部情况及全身健康状况有较全面的了解。老年患者一般都有较复杂的牙科治疗史，在了解患者主诉及相关问题后，还应与患者耐心交流，详细了解所涉及牙齿的牙科治疗史。老年人身体状况复杂，常伴有糖尿病、高血压、心脏病等全身系统疾病，患者可能并没意识到这些疾病与牙病的关系，往往不主动提及这些病史，这给牙病治疗带来了隐患。另外，老年人用药较多，应注意药物的过敏史和毒副作用。

随着年龄的增加，老年人口腔的患病情况也变得复杂化。牙齿殆面不均匀的过度磨耗及多颗牙牙颈部深浅不一的楔状缺损，在多数老年人口腔中都可以见到，牙龈萎缩引起水平性食物嵌塞，牙间隙不易清洁，食物残渣及软垢的滞留使邻面的根面龋发生率增高；牙周病发病率的增高也大大地增加了根尖周病的发病率，牙龈瘘管与牙周或根尖的关系是临床上需仔细检查弄清楚的问题，因为这涉及是否需要作牙周牙髓联合治疗；主诉部位常有多个牙都有牙体或牙周的问题，在临床上需仔细检查，正确找出主诉牙位。

对于大多数老年病人，一般都能配合医生完成常规的牙髓治疗，但对于一些行动不便或患者有较严重的全身系统疾病的老年患者，选择快速、简便、有效的方法就显得十分重要。在制定治疗方案前，首先应对患者的病史有全面的了解，确定患牙是进行彻底的根管治疗还是姑息治疗。在治疗前应考虑患牙周状况是否良好、牙体缺损是否过大、根管是否通畅、所处的位置能否进行根管治疗等问题。另外一个重要的问题就是详细告诉患者治疗的方法，尊重患者的选择。

老年根尖周病的治疗原则是及时解除患者的疼痛，尽可能保存患牙。

（一）解除疼痛

急性根尖周炎所引起的剧烈疼痛令患者十分痛苦，由于老年患者的身体健康状况复杂，常可诱发老年患者已有的全身系统疾病的发作，如糖尿病、高血压、心脏病或脑溢

血等。因此，顾及患者的全身情况，竭尽全力进行治疗或采取应急措施，及时缓解疼痛、消除炎症是十分重要的。

（二）保存患牙

经过治疗的死髓牙可以长期保留于牙槽骨中行使咀嚼功能。在老年口腔中，发生根尖周炎的患牙大多有严重的牙体缺损或牙周病，可能许多是残冠或残根，只要牙齿不松动，牙根条件较好，就应积极去除病因，尽量保存患牙，以维持牙列的完整，恢复或部分恢复牙齿的咀嚼功能。同时应注意后期牙体硬组织的保护。

老年根尖周急性炎症期的处理，主要是缓解疼痛及消除肿胀，待转为慢性炎症后再作常规治疗。开髓引流或切开排脓时应注意尽量减少人为因素给患者带来的痛苦。老年患者体弱多病，可配合局部麻醉的使用，但不宜选用对全身系统疾病不利的麻醉药。对于急性根尖周炎或根管治疗引起的疼痛，应先明确引起疼痛的具体原因，再对症处理。一般可配合口服或注射途径给予抗生素药物或止痛药物，也可以局部封闭、理疗及针灸止痛。局部可使用清热、解毒、消肿、止痛类的中草药，以加速症状的消退。对于急性根尖周炎有明显伸长感的牙，应适当调𬌗使其减轻功能，必要时可局部封闭或理疗。实践证明，急性创伤引起的急性根尖周炎通过磨改，根尖周症状有可能消除。死髓牙治疗也应常规调𬌗，除缓解症状外，还可以减少纵裂的机会。已诊断为无保留价值的牙在急性根尖周炎症期，可立即进行急性炎症期牙槽窝引流，以迅速缓解患者疼痛。为了防止炎症扩散，必须同时配合全身用药。同时，应考虑老年人的耐受性和有无全身系统疾病，必要时可以监护拔牙。

根管治疗术是目前公认的治疗牙髓根尖周病最有效、最彻底的一种方法，对于老年患者，只要患者许可，根管治疗术仍是首选治疗方法。

对于老年人的牙齿，正确开髓并寻找到根管口对进一步治疗尤为重要。老年人髓腔体积变小，髓室顶和髓角随着牙齿临床牙冠的磨耗而降低，髓角变圆甚至消失，有的髓腔甚至钙化和闭塞。正确开髓的基本要求是揭全髓室顶后根管器械能尽可能地循直线方向进入根管，开髓洞壁修整光滑，髓室壁无台阶形成。老年人因髓腔和根管变狭小不易寻找到根管口，可借助根管内窥镜等辅助工具来帮助寻找。

老年患者由于根管变细甚至钙化阻塞，根尖区牙骨质不断沉积，根尖孔距牙本质牙骨质界之间的距离变大，故难以准确判断根管治疗工作长度，从临床上可采用 X 线片法+根管器械探测法+平均工作长度三联法测量根管工作长度。

由于根管解剖结构的复杂性和扩大器械本身的局限性，特别是老年根管钙化变细，使得根管在弯曲、狭小、分歧部位及侧副根管很难被彻底清理，故可配合根管超声系统来清理扩大根管。超声波在溶液内产生空穴效应、热效应、切削及声流作用，极大地增强了抗菌冲洗液的功能，有效地溶解和松动根管内的坏死组织，彻底消除附着在根管壁上的污染层，从而获得高效的冲洗和清洁效果。

老年患者根管一般都较细小或弯曲，根管充填时选用的牙胶尖不必太粗，糊剂也不要太多。为避免老年病人因张口时间太长而引起的颞下颌关节不适，可使用热牙胶充填法进行根管充填，大大地缩短了根管治疗的时间。

老年患者根管细窄、弯曲不能进行根管治疗，或患牙只作姑息保留，或因患者复诊不便、费用问题、体弱不能耐受根管治疗长时间操作，牙髓塑化疗法是简易有效的牙髓

或根尖周病的治疗方法，用于治疗各型老年牙髓炎、牙髓坏死及根尖周炎。该方法操作简单、治疗次数少、患牙范围保留大、费用较低。但由于其远期疗效尚不理想，临床上应慎用此法。

牙髓塑化疗法的治疗原则是采用液态的塑化剂充满已拔除绝大部分牙髓的根管内，塑化剂将渗透到侧支根管、牙本质小管内及这些部位的病原刺激物质中，当塑化剂聚合后，病原刺激物被包埋、固定而处于无菌状态，成为无害物质存留于根管系统中，从而达到预防和治疗根尖周病的目的。在塑化治疗过程中，应注意不要遗留根管未被塑化，避免塑化液流出根尖孔引起药物性根尖周炎或流到牙龈上腐蚀牙龈。

第十九章 牙髓根尖周病治疗新技术

随着现代科学技术的发展，新材料、新设备、新技术、新方法的应用，使牙髓根尖周病的诊断和治疗有了较大的发展，常规方法无法诊治的病例通过新技术得到诊治，大大提高了治愈率。

第一节　牙髓根尖周病诊断新技术

一般情况下，牙髓疾病的诊断可根据患者主诉、病史以及临床检查作出正确的诊断，如何判断牙髓活力状态是牙髓疾病诊断的关键，也是牙髓疾病诊断的难点。

传统牙髓活力状态是根据患牙对冷热刺激和电刺激反应来判断，当患牙对外界刺激有反应，则判断为牙髓有活力。在有活力情况下，如果对温度改变只是短暂的轻中度反应，一般认为牙髓处于正常状态；当冷热刺激引起牙髓剧烈的疼痛反应，一般认为牙髓处于炎症状态。若疼痛短暂只延迟数秒钟就消失，则为可逆性牙髓炎；当冷热刺激去除后引起牙髓剧烈疼痛持续数分钟，则为不可逆性牙髓炎。当牙髓受到温度刺激没有反应时，提示牙髓已无活力，牙髓已坏死。对于牙髓严重钙化的、根尖孔未发育完成的、最近受外伤的患牙以及病人就诊前服用镇痛药者，都可能使患牙对温度刺激产生假阴性反应，造成牙髓活力判断失误。同时，牙髓对冷热刺激的反应与牙髓病理状态没有特异的相关性。众所周知，判断人体组织活力最重要的指标是组织器官的血供量，而冷热刺激试验只是基于牙髓的兴奋性与牙髓组织的生理状态有关的理论，通过冷热刺激引起牙髓组织体积变化而导致牙髓神经兴奋产生的疼痛程度来判断牙髓组织的健康状态，而不是判断牙髓组织的血供量，因此从本质上说牙髓冷热试验是一种牙髓的感觉测试，而不是对牙髓活力的测试，是对牙髓状态的判定而不是对牙髓活力的测定。

牙髓电测试法（electric pulp test，简称 EPT）是利用电流刺激牙髓组织内的 Aδ 神经纤维所产生的牙髓反应。牙髓对电刺激反应不能说明牙髓健康或牙髓完整性的信息，仅仅提示牙髓组织内存在活的感觉神经纤维，不可逆牙髓炎常常对 EPT 有反应是因为其仍含有产生牙痛的活的、有功能的神经纤维。EPT 检测结果有反应则认为牙髓处于有活力状态，而无反应则认为牙髓处于无活力状态。但是，EPT 检测不能提供有关牙髓组织血供量这一真实反应牙髓活力的指标。例如受过外伤的牙，正颌外科的牙齿因暂时或永久失去其感觉功能对 EPT 无反应，实际情况是这些牙齿有完整的血供；另外饮酒或服药后的牙，根尖孔未发育完成的牙，牙髓钙化变性，牙髓组织萎缩，牙髓电测试计与牙表面接触不良，牙髓部分坏死以及牙髓组织有高的阈值等，都可能产生假阴性结果。而病人紧张、隔湿不良引起唾液导电形成回路、金属充填物的导电以及牙髓液化坏死均

可能引起假阳性检测结果，甚至有研究报道，在根尖周存在透射影的患牙仍对 EPT 检测呈现阳性结果。因此，EPT 技术虽然在临床上实用，但由于自身的局限（检测的是牙髓神经反应情况而不是牙髓组织的血流量）而不能判断牙齿牙髓活力状态，且用 EPT 显示的数值来表示不同牙齿的牙髓组织不同反应水平并不提示牙髓变性的阶段，EPT 并不能测量牙髓健康或病变的程度。

为了克服传统的冷热测试法和牙髓电测试法的固有缺陷，开发和应用能够检测牙髓血循环的新设备、新技术来判断牙髓活力状态，不仅有利于正确评估牙髓的病变程度，克服传统检测方法的局限，避免误诊，而且有利于选择正确的治疗方案，保证治疗效果。

一、激光多普勒流量测定仪

激光多普勒流量测定仪（laser doppler flowmetry）是利用一束已知波长的激光穿透牙齿的牙冠，广泛散射到牙髓组织中并被部分吸收，其中部分激光撞击血管中流动的红细胞后，引起激光频率发生多普勒旋转而使部分光线返回散射出牙齿，而射到静止组织的激光反射回来后波长不变。波长变化的程度及频率分布与血细胞的数量和运动速度有关而与运动方向无关，这些反射的光线被位于牙齿表面的光电池所测量，其大小与血细胞的数目和粘稠度成一定比例（图 19–1）。牙髓激光多普勒测量值是一束激光与牙髓血管内移动细胞相互作用的结果。为了避免假性反应，需要一个口腔保护器固定感应器，减少移动和维持与牙齿之间的接触。引起牙髓激光多普勒测量值变化的因素有以下几个方面：感应器在牙冠表面的位置和牙髓在牙齿内的部位可引起牙髓血流测定的变化；感应器输出量的不同以及制造商校正值不够也可能限制多用途探头的准确测定；抗高血压药物治疗以及尼古丁均可以影响到牙髓的血流量，产生不准确的结果。另外，尽管该仪器能比较好地判断牙髓活力状态，能客观地反映牙髓活力和健康状况，但由于该仪器目前价格昂贵而无法在一般牙科医院和诊所应用开展。随着该设备价格的降低和临床应用的改善，这种技术可应用于不能够有效交流的病人或反应不可靠的病人如小孩，因为这种检测方法不会产生有害的刺激，更容易被接受。

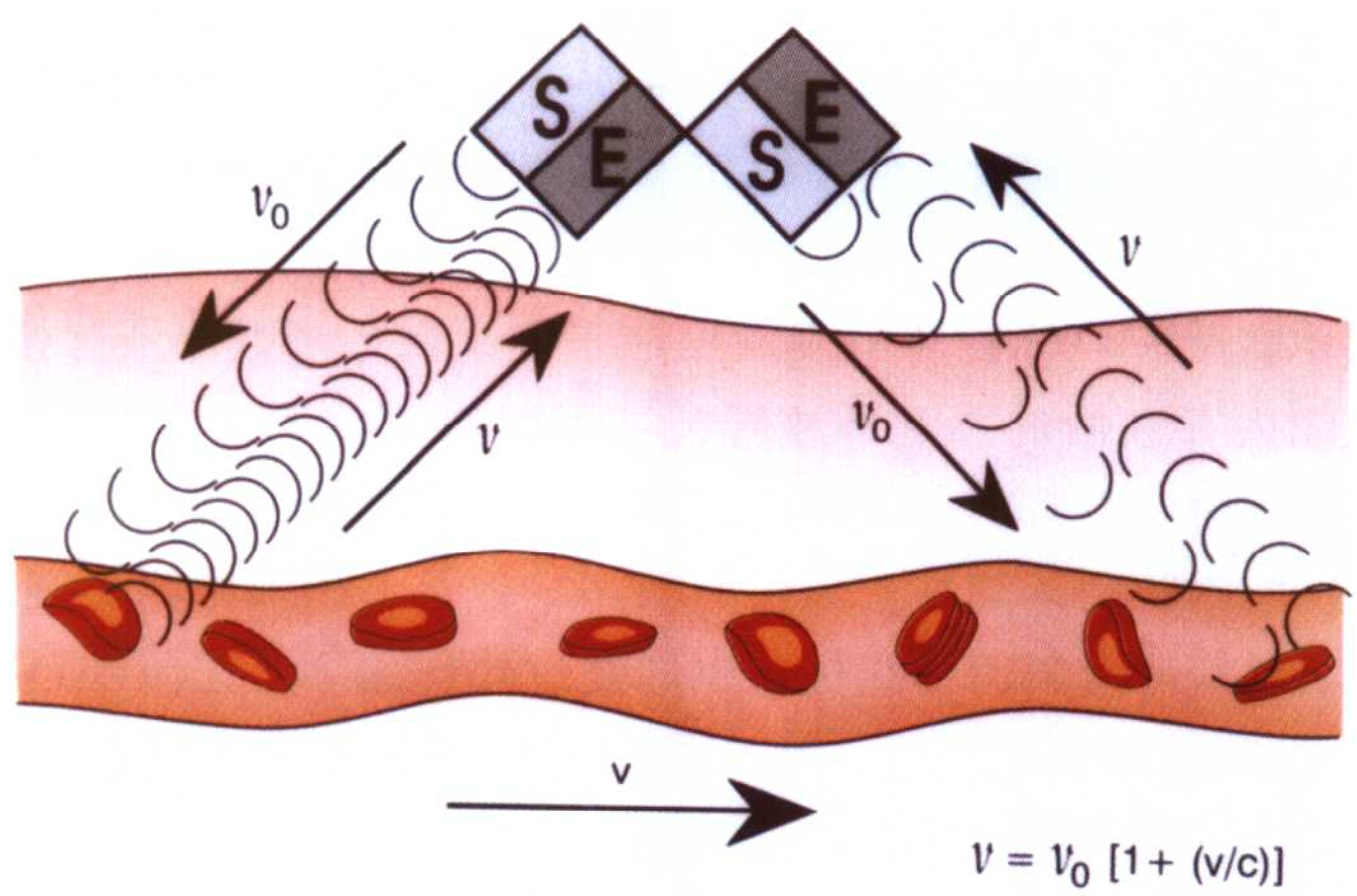


图 19–1　牙髓激光多普勒血流量测定示意图

二、脉冲血氧定量法

目前，采用光学方法诊断牙髓活力的办法有脉冲血氧测量法。脉冲氧测量仪已广泛应用于静脉麻醉时对血氧饱和度的监测。由于炎症而导致血液酸性增加和代谢率增加而引起血红蛋白脱氧，改变血液的氧饱和度。脉冲氧测量仪包括能发射两种波长的光：波长大约为 660nm 的红光和波长大约为 850nm 的红外光。这些光线被光检测探头接受，然后连接到微处理器上进行处理，比较红外光和红光的放大比率，结合已知的氧结合血红蛋白和去氧血红蛋白吸收曲线，确定氧饱和度水平。通过监测氧饱和度的变化，脉冲氧测仪能检测牙髓炎症或具有活力而牙髓已部分坏死的牙齿。

三、数字 X 线成像技术

新的数字放射技术能立即获得结果，将图像资料通过网络传输到不同的诊室、办公室以及远程医疗会诊。不需要胶片、化学药液，减少放射剂量。

牙科数字放射系统包括有绳系统和无绳系统。

1. 有绳系统　是指感应器通过电缆与计算机直接相连，图像以电子信号传入计算机，可即刻显示在屏幕上，节省时间。但该系统通过电缆和感受器被唾液污染而导致交叉感染；感受器价昂且易损；不能获得清晰的打印图像（图 19–2）。



图 19–2　有绳系统数字化 X 线牙片机

2. 无绳系统　又名磷光存储系统，其感受器是一张具有磷光存储功能的胶片，当其接受 X 线照射后将信息存储为潜在图像，然后将胶片扫描进入计算机，通过图像处理软件调整图像的质量以便观察。该系统的图像打印质量欠佳、费时、图像资料可人为更改，提供错误信息，因此提供的资料不为保险机构所认可。尽管目前牙数字图像与传统的 X 线牙片一样为二维影像，但相信在不远的将来采用牙数字成像系统对于牙齿相关结构位置和大小的三维重建变为现实。

第二节 根管预备新技术

根管预备的好坏直接影响着根管治疗成功与否。传统的手用器械根管预备，多采用逐步后退方法去除根管内的感染物质，对于弯曲根管和钙化根管，有一定的局限性。传统根管预备器械具有一定的弹性和硬度，进入弯曲根管后会产生回复力，其方向指向弯曲根管近尖端的凹壁和弯曲处根管的凸壁，当器械在弯曲根管内运动时，弹力将作为附加切削力切削弯曲根管近尖端的凹壁和弯曲处根管的凸壁，使这些部位被过度切削（图 19-3），可能造成根尖孔敞开（apical zipping）、根管形成“肘部”（elbow）、侧壁穿孔（perforation）、根管内台阶（ledge）、根管偏移（root canal transportation）等并发症。近年随着新的根管预备器械不断出现，新的根管预备技术和方法在根管预备和充填中得到应用和开展，根管治疗通过将整个治疗方法分成一系列小步骤而被简化。

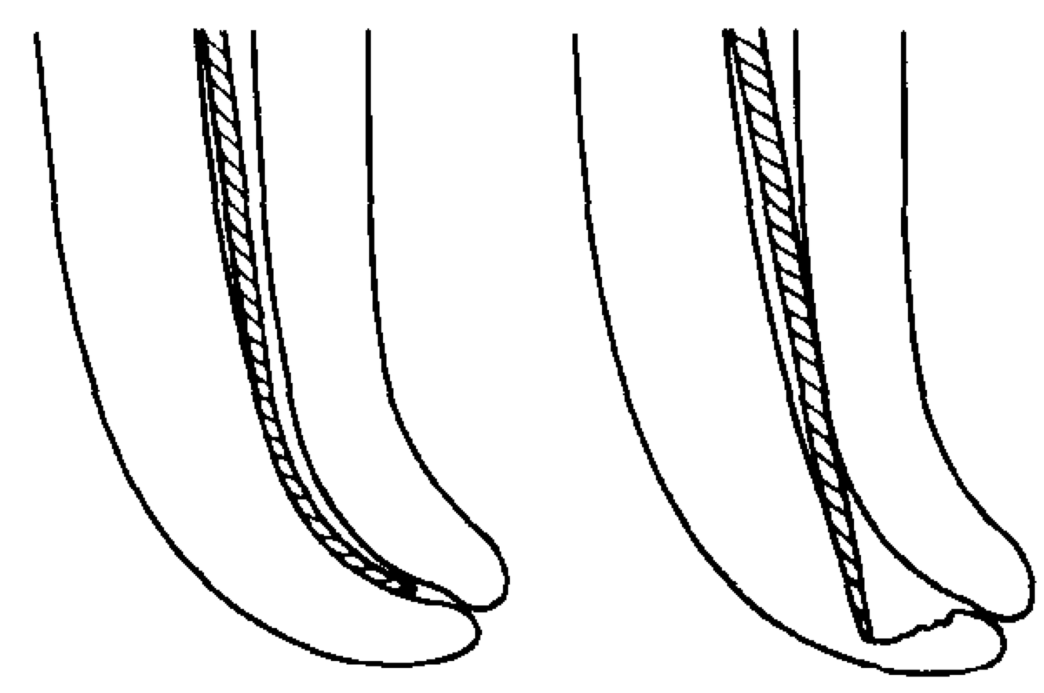


图 19-3 传统不锈钢扩锉针预备弯曲根管造成根管偏移示意图

一、根管预备方法

（一）逐步后退技术

逐步后退法（step-back technique）是为了根管预备后形成根尖止点，阻止根管消毒药物和根充材料对根尖周组织的刺激。在该方法中预备根管的部位首先是根管的根尖部，然后是根管中份，最后为根管冠部。进入根管的通道采用小号 K 型锉一旦建立，分三步完成根管预备。

1. 根尖段根管预备 用小号锉针插入根管在有轻微阻力下到达根管根尖孔的缩窄处，照片确定根管的工作长度，此时的锉针作为初尖锉（initial apical file, 简称 IAF），然后用另外 4 根逐级增大的锉扩大根管，在用大号前需用比刚用的锉针小一号的锉针疏通根尖部位根管，预防牙本质碎屑堵塞，影响根管扩锉的工作长度。根管根尖段预备最后到达根管操作长度的锉作为主尖锉（apical master file,简称 AMF），其大小作为确定根管充填时牙胶主尖末端的大小。如初尖锉为 20#，根管工作长度为 19mm, 则根管锉的预备顺序为:20#(19mm)，25#(19mm)，20#(19mm)，30#(19mm)，25#(19mm)，35#(19mm)。该根管的初尖锉为 20#，主尖锉为 35#。在根管根尖段预备时每根扩锉针都应到达根管工作长度 19mm 的根尖止点。

2. 根管中段预备 在根尖预备了的根管内，用另外更大的 4 号锉逐级扩大根管中段，相邻号间在根管内向冠方后退 1mm,在换用更大一号锉针时，应用主尖锉扩至根管工作长度，消除因逐步后退所形成的台阶。如：40#（18mm），35#（19mm），45#（17mm），35#（19mm），50#（16mm），35#（19mm），55#（15mm），35#（19mm）。

3. 根管冠部预备 用 2#G 型钻和 3#G 型钻，相当于 79# 和 90# 锉，预备根管口处根管，使其呈漏斗状。

4. 用主尖锉略短于根管工作长度，保持已预备的根尖段形态，锉平根管中上段细

微的台阶，达到使根管壁光滑，疏通根管的作用。最后将根管在根尖处形成止点，根管内呈一定锥度的形状。

（二）被动逐步后退技术

将手用器械和旋转器械联合应用，在预备根管根尖部分前将根管冠部预备成足够的敞开度。被动逐步后退技术（passive step-back technique）的优点：使根管冲洗液更容易进入根管系统的根尖部，有利于牙本质碎屑和感染物质的清除；根管颈部的敞开，使器械到达根尖部的路径更直，有利于预防在治疗过程中碎屑的堆积、台阶的形成、根管根尖部变直、侧穿以及器械折断等意外事件的发生。该技术所用器械包括手用K型锉和旋转器械（Gates-Glidden 钻或 Peeso 钻）。

该技术操作步骤如下：

开髓揭髓顶，获得进入根管口呈直线的途径，确定根管工作长度。

用 15#K 型锉疏通根管根尖部分。

依次用 2# 和 3#GG 钻扩大和敞开根管,在应用过程中上下移动,使用轻微的压力，这样根管壁平坦而有一定的锥度。

在证实工作长度后，再次应用 2#GG 钻和 3#GG 钻预备冠部的根管。

15# 到 40# 锉在逐渐连续减少操作长度的同时，依次扩大根管，狭窄或弯曲的根管在根尖部最好不用超过 25# 或 30# 锉进行扩大。

被动逐步后退法在从根尖到根颈方向预备时提供非强力和逐渐扩大根管的方法。该技术容易掌握，能减少操作意外和简便。

（三）逐步深入技术

逐步深入法（step-down technique）是逐步后退法的改进，其步骤与后退法相似，使根尖部开口小而根管上段敞开度大，该技术常用于上颌或下颌磨牙细小弯曲根管。利用该法，首先将根管冠部敞开，有利于根管冲洗液进入根管根尖部分，从而使该部位的坏死牙髓组织容易去除，减少在根管预备时根管内感染物质推出根尖孔进入根尖周的可能。尽管该法有效且能预备出满意的根管形态，但与逐步后退法相比，在临床应用中谁优谁劣，目前尚无定论。

逐步深入法的操作方法为：在患牙进入根管的直线通道建立以后，用 15#K 型锉，采用 1/8 旋转方法在轻度压力下插入完全通畅的根管部分，反复扩锉，然后从根管弯曲处选用 GG 钻采用逐步后退法扩大根管的冠部，将预弯的 15#K 型锉插入到根尖，照片确定根管工作长度，如果锉尖距根尖孔距离大于 2mm，则重新插入器械确定根管工作长度。先确定初尖锉，然后再将根管扩大四个号码，确定主尖锉。采用逐步深入技术预备根管根尖部根管的方法与逐步后退技术一样，弯曲根管根尖部分的预备采用 H 型锉和 K 型锉交替完成，最后用 K 型锉采用平衡力法平整根管，确定主尖锉。

（四）冠根向根管预备技术

该项技术起源于 20 世纪后期，起初在国外被称为“coronal to apical technique”，当代被称为“crown-down technique”，中文译为“冠根向根管预备技术”（crown-down technique）。采用该项技术应注意以下几个方面：在牙齿殆面或舌面开髓时应建立直线通道进入髓腔；将所有髓室顶去除以便在根管预备时器械直线进入根管；去除髓腔侧壁颈部位于根管口上方的牙本质悬突以免妨碍器械直线进入根管；髓腔内开髓孔的洞壁从

洞缘到髓室底呈斜形；分步预备根管冠部 1/3、中 1/3 和根尖 1/3，使整个根管呈漏斗状，其最窄处位于牙齿的根尖。

临床上进行根管预备选择技术时，无论选用不锈钢手用扩锉器械，还是应用手用或机动镍钛扩锉器械，采用冠根向根管预备技术具有以下优点：能够去除阻碍器械到达根尖的障碍物如髓石等；由于去除根管冠部的阻碍物，在预备根管时，能增加手指对器械在根管内运动的触觉；有利于器械在根管内向根尖方向运动；有利于根管工作长度的确定；有利于根管冲洗液进入根管和根管内感染物的去除，有利于位于根尖 1/3 大块牙髓组织的清除，降低根管堵塞的发生，减少这些组织被推出根尖孔进入根尖周组织；直线到达根管弯曲和根管分叉处；在弯曲根管预备时通过降低与根管壁的接触减少器械的偏移，降低器械的折断；能获得理想的根管预备形状有利于根管充填；能获得高质量的根管清洁和成形效果，并且可选择一次性完成根管治疗术。

（五）平衡力技术

平衡力技术（balanced forces technique）是 Roane 等 1985 年在改良器械旋转方法的基础上应用于弯曲根管预备的方法。在一定程度上平衡力法是一种应用了改变器械设计的不同方法。所用之器械是锉尖端无刃，为双锥形，呈 70°锥度（每边斜面呈 35°）。在根管预备时 K 型锉在轻度压力下，将锉刃靠在根管壁顺时针旋转 1/4 圈，然后在向根尖方向轻度压力下维持相同长度逆时针旋转 3/4 圈，在这样的旋转运动中根管壁牙本质被切削而器械不容易折断。被切削的牙本质通过器械顺时针旋转半圈，然后从根管中去除。这种方法能使器械位于根管中央，较少改变根管走向。Southard（1987）等报告采用该项技术 80%弯曲根管在预备到 40# 也不会改变根管的走向。McKendry（1990）等报告采用该项技术在根管预备时能显著减少牙本质碎屑推出根尖孔。

（六）超声根管扩大法

超声根管扩大法（ultrasonic instruments）的原理是将电磁能源产生的超声波以 25000Hz 的振荡频率，通过像锉一样的特殊器械传递到根管内。在根管内这些能量通过液体介质冲洗液传递到根管壁的牙本质。这些能量化的液体具有空穴作用（cavitation），产生微小的气泡冲刷根管内的碎屑，使之松动悬浮。另一方面，超声波的快速振荡，使冲洗液液滴像来回快速振荡的物体一样快速流动而产生声流（acoustic streaming）。流动的液体产生的旋转和漩涡使碎屑从根管壁脱落。由于锉的摩擦产热使冲洗液的温度升高可以改变冲洗液的杀菌活性，有利于根管内消毒和组织碎屑的溶解。

超声根管扩大法在临床上主要应用其在清创、消毒以及扩大根管等方面的能力（图 19–4）。在临床上将超声波应用于直的、大的根管效果好，明显优于传统的手用器械根管预备方法，而对于弯曲细小的根管超声波预备的效果较差，这可能是由于超声锉易在弯曲根管内卡抱无法振荡而失去能量。因此在预备弯曲细小根管时，若将超声根管扩大技术与传统方法联合应用，首先用手用器械预备根管，然后用超声锉精修根管，这样无论是根管清理还成形方面，与单一方法相比都可取得良好的效果。

（七）动力驱动根管预备系统

使用传统的手用器械进行根管预备，费力费时，因此寻找理想的马达驱动的根管预备系统一直是研究的热点。早在 1899 年 Rollins 将针形根管预备钻用马达驱动来预备根管。为了减少器械的折断，钻针转速限制在 100rpm。开始人们将扩锉针的手柄做成闩

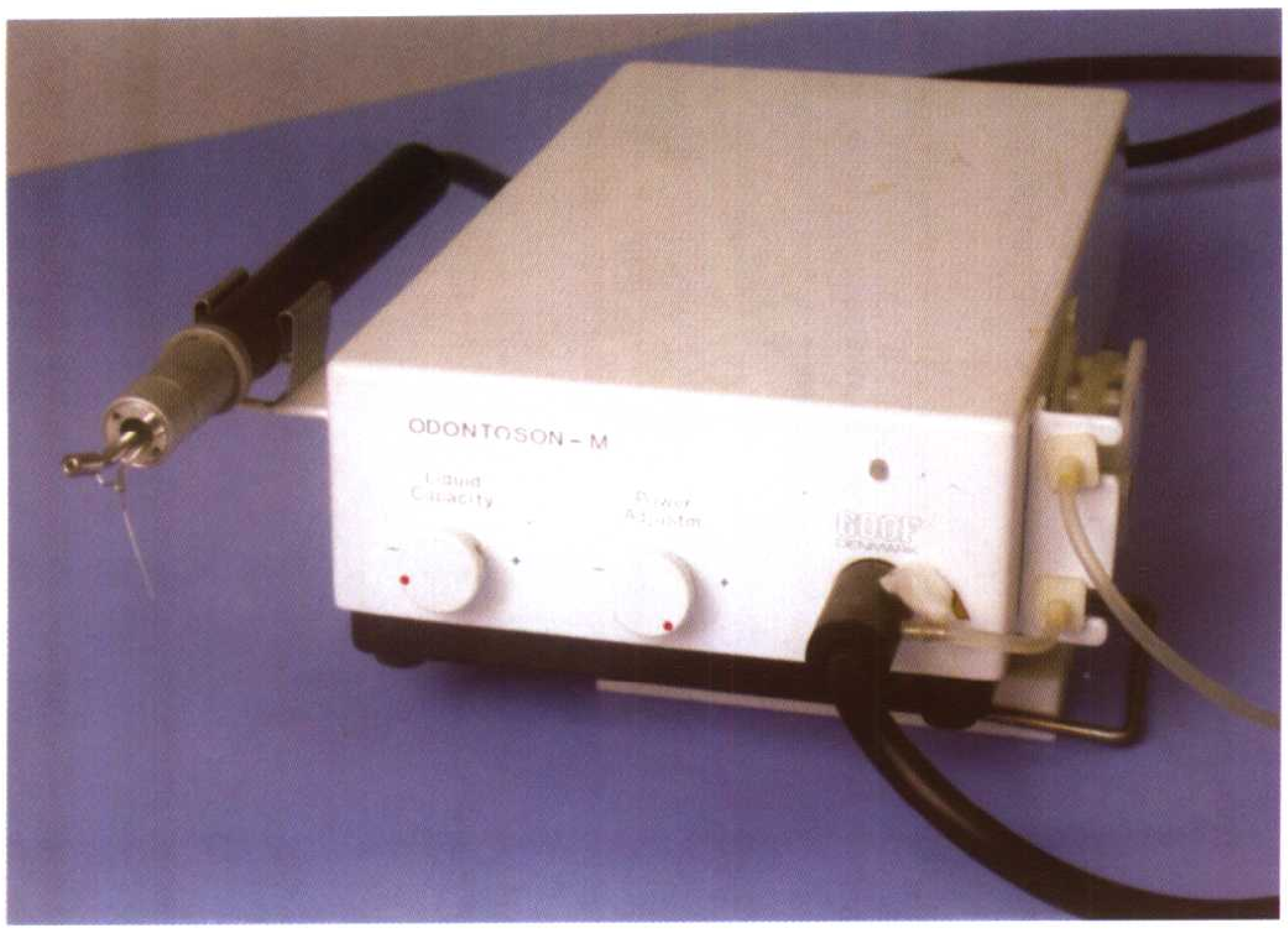


图 19-4　奥丹超声根扩仪

锁，固定于标准手机，然后进行机械预备根管。在过去 40 年里，许多马达驱动的根管机械预备系统建立起来，包括交互旋转运动的 Giromatic（Micro-Mega）根管预备系统，在旋转 1/4 圈时做提拉运动的 Kerr Endoliff（Kerr）根管预备系统，纯旋转运动的 Endocursor 根管预备系统或纯提拉运动的 Intra-Endo 根管预备系统。然而使用这些马达驱动根管预备系统存在以下问题：①不能很好地去除根管内的感染物质；②将根管预备产生的碎屑推向根管的根尖，特别是使用上下运动的预备器械；③使根管变直而改变根管的走向，不能将根管制备成一定锥度，在根管弯曲处容易形成台阶。因此，目前已基本不在临床上应用。随着牙科材料和器械的发展，特别是镍钛根管扩锉器械应用以来，采用马达驱动的镍钛根管预备系统已逐步在临床上开展和推广。

二、镍钛根管预备系统

镍钛合金由于其高弹性和抗折性而首先应用于口腔正畸治疗，近年来引入牙髓病治疗方面。通常镍钛合金中镍占 56%，钛占 44%，其特异性在于良好的记忆功能。目前在临床上应用的马达驱动镍钛根管扩锉系统存在以下几种类型。

（一）机动普发（Profile）镍钛根管预备系统（图 19-5）

由 Tulsa-Dentsply 公司生产，扩锉针有 0.04 和 0.06 两种锥度，其直径以 29%递增，在针杆周围存在等距的三个 U 形凹槽，为牙本质碎屑的清理提供了足够空间，减少了根管阻塞或碎屑被推出根尖孔的危险（图 19-6）。切缘以放射状平面接触根管壁，可减少根管偏移的发生，同时避免器械嵌入根管壁。器械尖端设计为圆钝头，无切削力，能引导器械进入根管内。旋转速度设计在 250~350rpm。

运用普发镍钛根管预备系统预备根管所用器械取决于以后的根充技术和方法。如采用 Thermafil 充填技术，则首先用根管口扩大器以 350rpm 转速将根管冠部直的部分充分预备出来后，用锥度 0.06 的普发锉预备相同长度的冠部根管，然后用锥度为 0.04 的普发锉预备根尖部的根管，2# 普发锉插入全长根管工作长度进行预备，从 3# 到 7# 普发锉预备根管根尖部分。根管冠部不再进一步扩大。如果采用根管侧压充填技术，则需用 GG 钻采用逐步深入法进一步预备根管冠部，以达到根管锥度更大。旋转普发镍钛根管

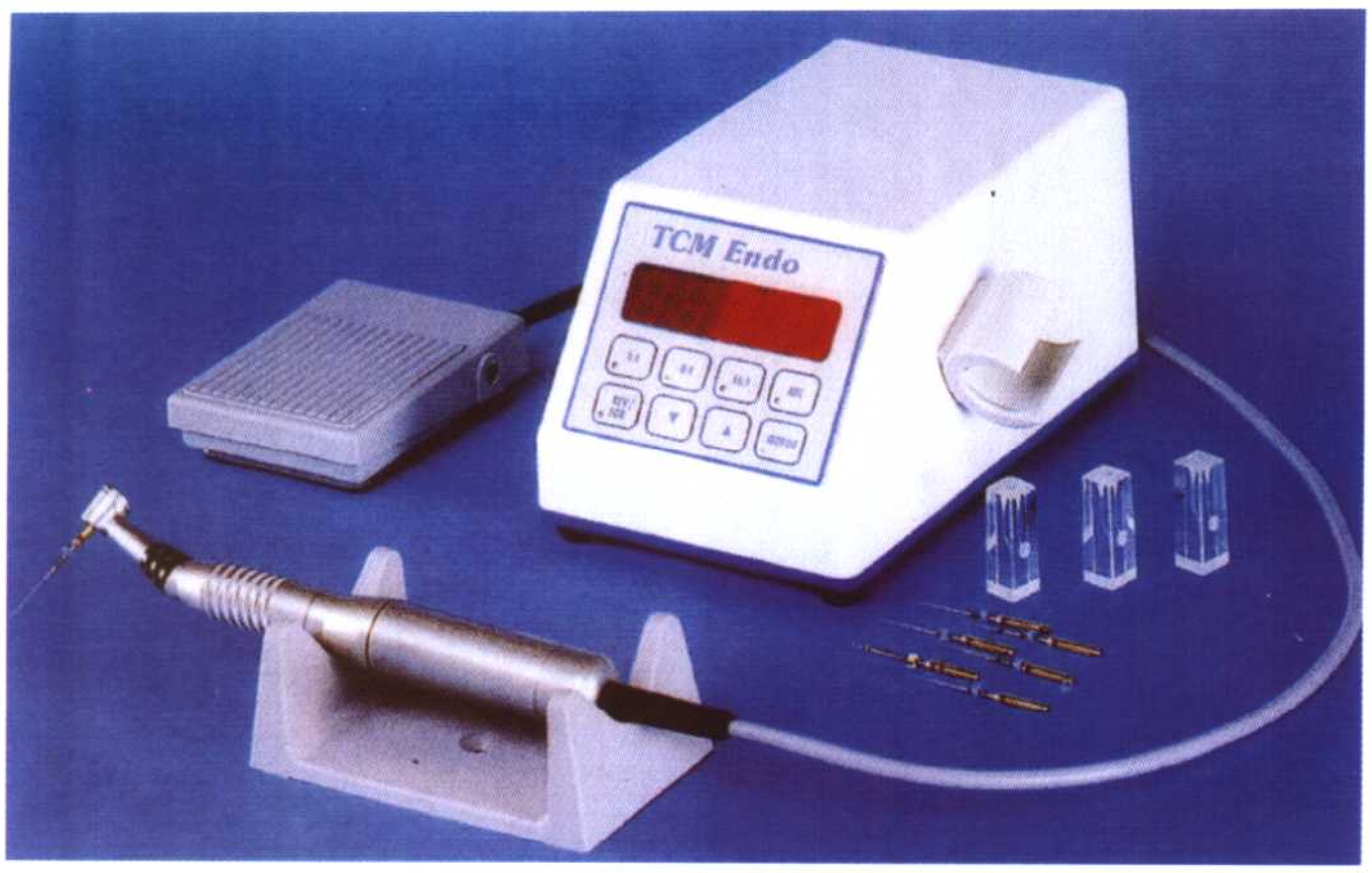


图 19-5 Profile 镍钛驱动系统

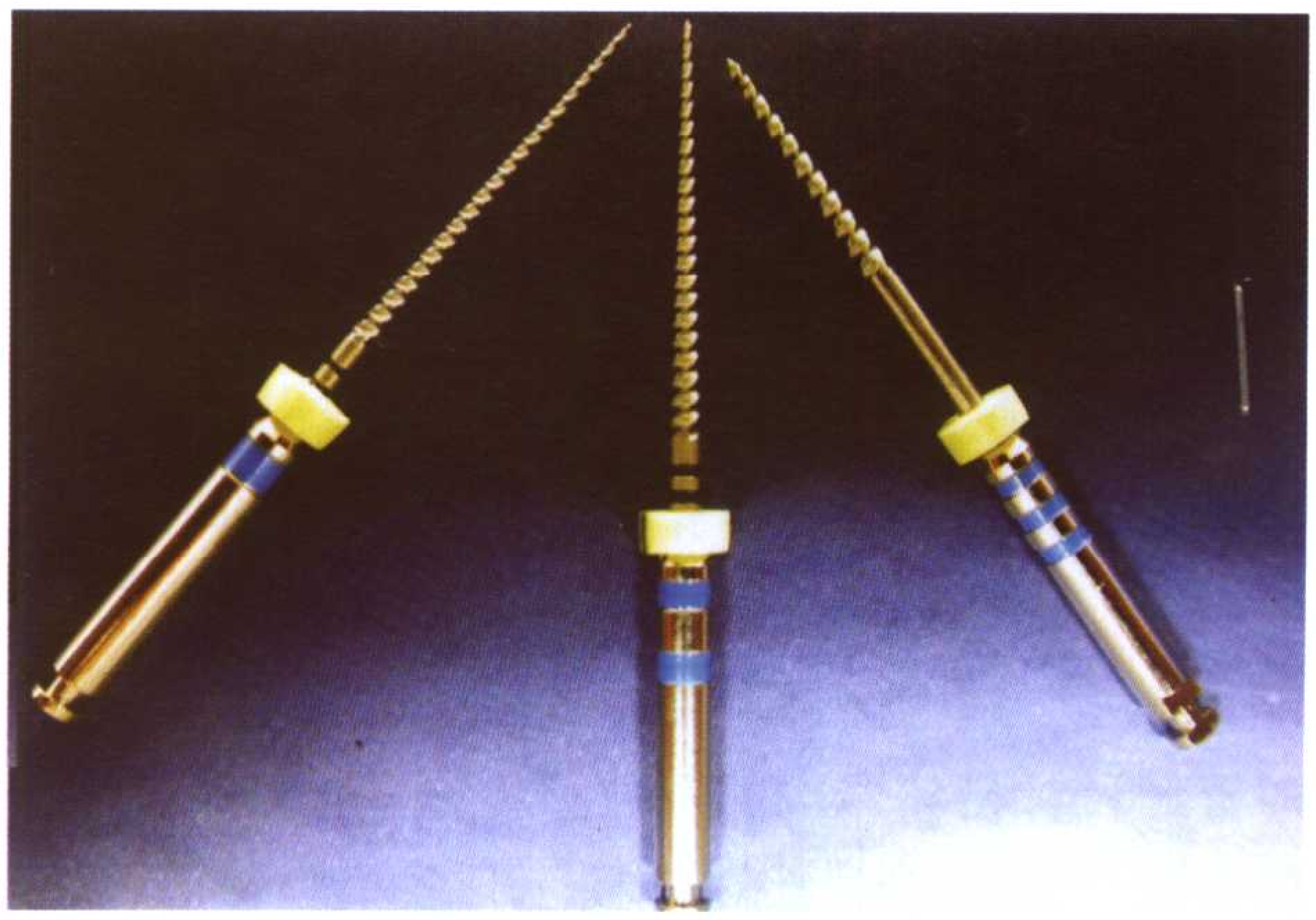


图 19-6 Profile 镍钛扩锉针

扩锉系统与手用锉相比，更能维持根管走向。

在使用普发镍钛根管预备系统预备根管时，预备根尖止点仍存在一定的困难。预备根尖止点需要精确把握根管工作长度，若短于理想的根管工作长度，根管内形成的台阶可能妨碍器械到达根尖孔；若工作长度过长，则根尖孔被扩大，影响根充后根尖孔的封闭性能。由此 GT 镍钛机动根管预备系统应运而生。镍钛 GT 锉包括 0.06、0.08、0.10、0.12 四种锥度的镍钛针，一套标准锉包括 4 种锥度的器械，但所有器械的锉尖锥度均为 0.02。运用该套器械预备根管，只需使用 1~4 支不同锥度的 GT 锉，不需使用 G 钻即可将大多数根管预备至标准的锥度。

（二）Quantec Series 2000 镍钛根管预备系统

该系统的锉针锥度从 0.02 至 0.06，旋转速度约为 340rpm。采用 Quantec Series 2000 镍钛根管扩锉系统应用于细小弯曲钙化根管时分为三大步。第一步：用 Quantec 1# 敞开根管口。Quantec1# 器械为 17mm 长，相当于标准锉 25# 大小，锥度为 0.06。然后用 Quantec 2# 估测根管工作长度。Quantec 2# 大小相当于标准锉 15#，锥度为 0.02。第二步：根管根尖部分的预备：利用 25# 大小而不同锥度（0.03，0.04，0.05，0.06）的 Quantec 锉针依次预备根管，最后用锥度为 0.02 大小分别为 40# 和 45# 的锉，采用逐步后退法进一步扩大根管根尖部分。第三步：采用 Quantec 5#（锥度为 0.03，大小相当于

25#）将根管的冠部和根尖部预备成连续的锥度，然后用 Quantec 8#（锥度为 0.06，大小相当于 25#）完成根管预备。

采用 Quantec 器械预备技术，不会改变根管在根尖部的走向，预备的根管壁表面光滑，能有效地去除根管内的组织碎屑。

（三）Lightspeed 镍钛根管预备系统

由 Wildey 和 Senia 于 1989 年首先使用的根管预备新技术。LightSpeed（Light Speed Technology, Inc., San Antonic, TX）器械包括 22 种大小不同的锉针，编码为 20~100 号，其中包括 9 个半号器械（22.5，27.5，32.5，37.5，42.5，47.5，52.5，57.5 和 65 号）。LightSpeed 旋转锉针由镍钛合金制成，设计的旋转速度为 750~2000rpm，器械尖端的引导尖表面光滑圆钝无刀刃，形状类似子弹头，能引导器械进入根管尖部。该锉有刃的长度在 0.25~1.75mm 之间，其长度随器械直径的增大而增加，刃部横截面上，螺旋沟的形状呈 U 形，切嵴呈方形，使器械定位于根管中心的能力和去除牙本质碎屑的能力较强。杆部长而细，其直径恒定，比切削部更细，使器械非常有弹性，具有极佳的柔韧性，比其他镍钛扩锉器械的抗折性更好，预备的根管质量也高。

Lightspeed 镍钛根管预备系统预备根管时首先用 15#K 型锉疏通根管，然后用 1#GG 钻（相当于 50# 标准 K 型锉大小）扩大根管冠部 2/3，采用逐步后退技术预备根管上段后，确定根管工作长度。预备根管根尖部分时，用最小的 Lightspeed 器械（20#）预备，依次预备到 40#，以最后到达根管工作长度的大号器械作为根管充填选择主尖大小的依据。利用其他器械采用逐步后退法修整根管形状，使根管壁光滑连续，呈一定锥度，完成根管预备。

（四）Tri Auto ZX 镍钛根管预备系统（图 19-7）

根管预备的主要目的之一是对根管内彻底清创，即将根管内牙本质碎屑、坏死牙髓组织、细菌及其其他刺激物。牙本质碎屑可能引起根管预备后的疼痛和不适。研究表明单纯采用手用锉上下提拉根管可使许多牙本质碎屑进入根尖周组织内。无论采用手用或机动器械预备根尖部根管，都会将大量的牙本质碎屑推向根尖周。因此如果采用自动根尖回转技术（auto apical reverse, AAR）就能避免根管根尖部过度扩大而导致牙本质碎屑超出根尖孔。尽管镍钛器械具有一定的弹性，但在预备弯曲根管时，与不锈钢扩锉器械相比，仍然较容易折断。因此如果驱动马达具有自动转矩回旋（automatic torque re-

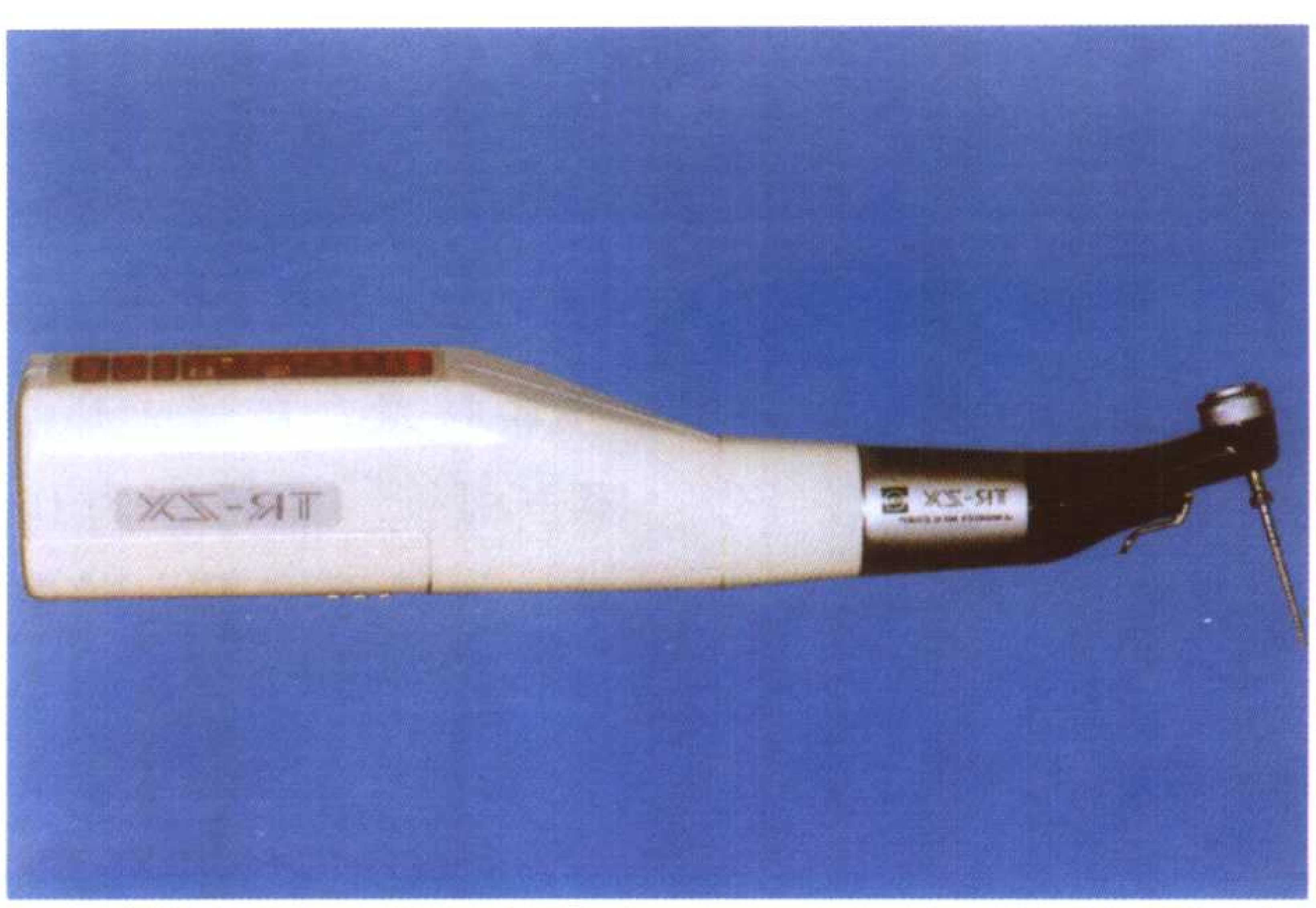


图 19-7　Tri Auto ZX 镍钛根管预备系统

verse）功能，则可减少锉针折断的可能。Tri Auto ZX 镍钛根管预备系统与其他机动镍钛根管预备系统相比，具有以下三相独特的功能：一是自动开始/停止功能；二是自动转矩回旋功能；三是自动根尖回旋功能。当锉到达根尖孔或遇到阻力过大，马达会自动停止或锉会自动回转。其操作方法与其他镍钛根管预备系统基本相同。

（五）ProTaper 预备技术

ProTaper 分为机用和手用镍钛根管预备器械，与传统的锉相比，由于采用了特殊设计使之具有更好的弹性，更高的效率和更好的安全性，在预备难度较大的弯曲根管时获得更加均匀一致的根管形态。该系统包括三根成形锉（shaping files）和三根修形锉（finishing files）组成（图 19-8）。其命名以 shaping 、finishing 的第一个字母大写 S 和 F 加编号构成，分别命名为 S_X、S_1、S_2 和 F_1、F_2、F_3，分 21mm和 25mm两种长度，工作刃长度 14mm。成形锉 S_X、S_1、S_2 的尖端直径分别为 0.19、0.17、0.20mm，刃部锥度连续增大，S_X 锉可以用来成形牙根比较短的根管，牙根长的冠部根管以及替代根管口扩大器 GG 钻敞开根管口，S_1 用来成形根管冠 1/3 部分，S_2 用来成形根管中 1/3 部分。尽管它们设计成形根管冠 2/3，但在根管预备过程中，有时也不可避免地将根尖 1/3 根管成形。修形锉 F_1、F_2、F_3 的尖端直径分别是 0.20、0.25、0.30mm，刃部尖端 3mm 的锥度固定，分别为 7%、8%、9%递增，而在工作刃其余部分锉单位长度内横断面直径增加而锥度增加幅度减少，如此设计可增加器械的弹性。一般情况下，选用一支修形锉即可完成根尖 1/3 的预备并使根尖、中 2/3 形成连续、流畅的锥度。ProTaper 预备根管时推荐使用的转速为 250~300rpm，可选用针对 ProTaper 设计的专用马达如 ATR Technika 电动马达（DENTSPLY Tulsa Dental; Tulsa, Oklahoma）。

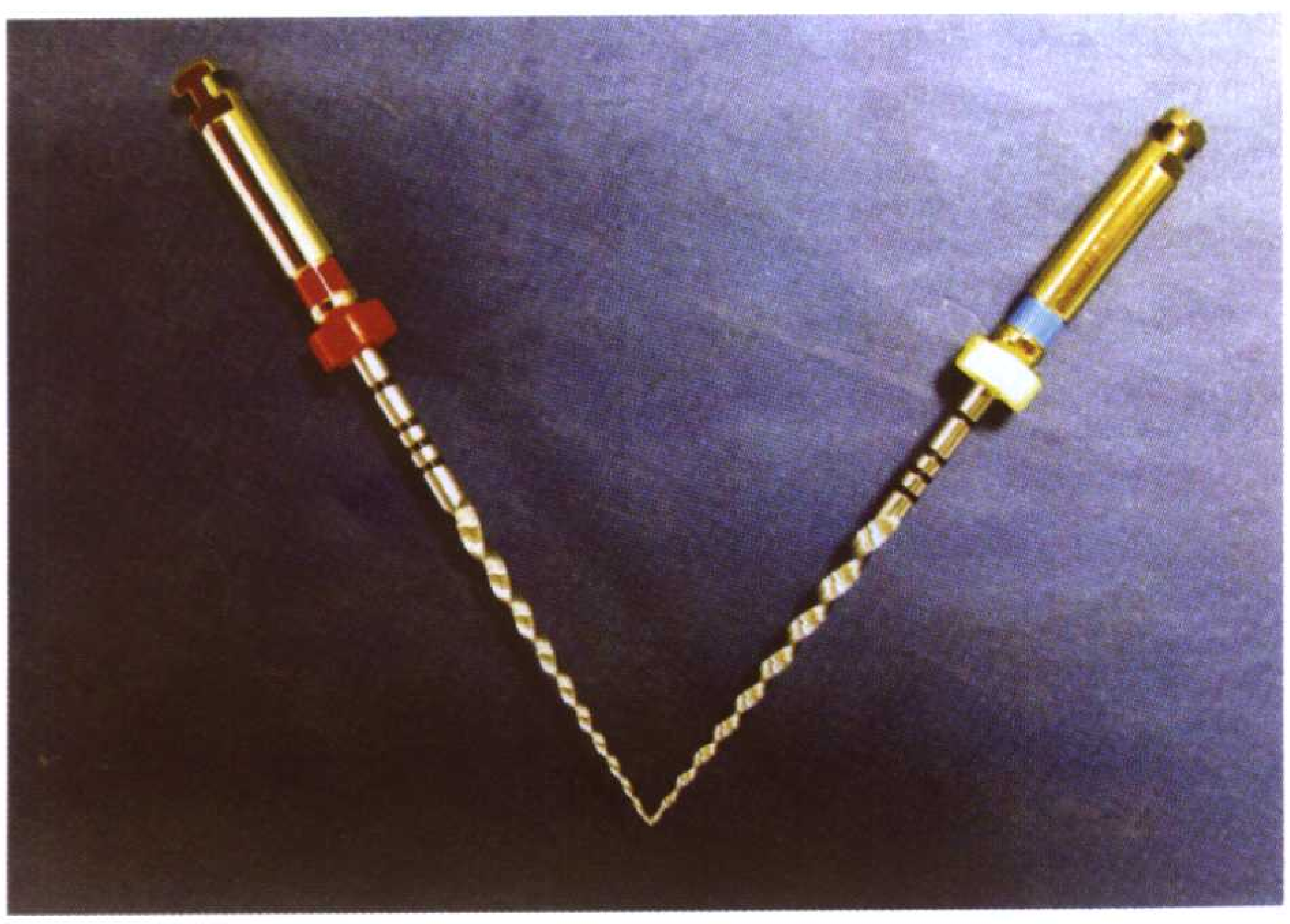


图 19-8　机用 ProTaper 镍钛锉针

ProTaper 器械预备根管应采用冠根向根管预备技术。在完成开髓以后，选用该系统的器械按以下步骤完成根管预备。第一步：探查根管。用锥度为 0.02 的 10# 和 15# 手用 K 型锉探查根管上、中 2/3 区后，使用 S_1 进入根管至有阻力时退出。第二步：敞开根管口和根管冠部。用 Sx 以“刷”油漆的方式切削牙本质，达到去除髓室内根管上方的悬吊牙本质，敞开根管冠部目的。第三步：确定根管工作长度。以 10# 或 15# 手用 K 型锉进入根尖部，照牙片确定工作长度或用根管长度电测仪确定根管工作长度。第四步：根管冠部 2/3 预备。选用成形锉 S_1、S_2 分别预备根管冠 1/2 和中 1/3。第五步：根

管根尖 1/3 预备。选用适当大小的修形锉完成根管根尖部预备。F_1 进入至比根管长度稍短处时退出，然后用 20#K 型锉进入到工作长度，若 20#K 型锉在根管根尖部较紧，则 20# 锉为主尖锉，根管预备完成；若 20#K 型锉在根管内较松，则用 F_2 进入至比工作长度短 1㎜之内预备，再用 25#K 型锉进入至工作长度，若 25#K 型锉在根管根尖部较紧，则 25# 锉为主尖锉，根管预备完成；若 25#K 型锉在根管根尖部较松，用 F_3 进入至比工作长度短 2㎜处预备，用 30#K 型锉预备根管根尖部，30#K 型锉即为主尖锉，根管预备完成。

三、根管冲洗及根管预备润滑剂

感染根管通过单纯的器械预备是不能达到彻底清除感染物质的目的。因此为了便于根管预备和使根管预备后根管内处于无菌状态，使用适当的根管冲洗液、根管冲洗技术和根管预备润滑剂是必要的。寻找理想的根管冲洗液和根管预备润滑剂，也是现代根管治疗技术研究方向之一。

感染根管清创术主要是通过根管扩锉和冲洗来完成。理论上讲，锉使根管内物质以及从牙本质壁上切削的牙本质碎屑能由冲洗液完全冲出根管。然而目前临床所用根管冲洗液及其冲洗作用不能完全将这些碎屑从根管系统中彻底清除干净。

理想的根管冲洗液应具备以下条件：

1. 对牙髓组织和牙本质碎屑的溶解作用。在器械不能到达的根管系统部分，冲洗液能够溶解或破坏软组织或硬组织的残余物达到清除的目的。

2. 对组织的毒性低。根管冲洗液对根尖周组织应无毒害作用。

3. 表面张力低。低的表面张力促进根管冲洗液流到器械无法到达的部位。酒精能降低冲洗液的表面张力有利其渗透。

4. 润滑作用。润滑可使器械容易进入根管，同时减少根管预备时的阻力，有利于根管预备和预防器械的折断。

5. 消毒作用。理想根管冲洗液应具备消毒作用，可杀灭根管内残余微生物。

6. 具有去除玷污层的能力。玷污层是根管预备后贴附于根管壁的一层有机颗粒状碎屑。具有螯合作用的冲洗液能去除玷污层。但有关是否去除玷污层还存在一定的争论。

7. 其他因素　试剂易于获得，价廉，易于操作，化学性质稳定性好，易于保存，并且在根管内化学成分不被中和而影响其作用。

在牙髓疾病治疗中，由于次氯酸钠对牙髓组织有溶解作用和对所有微生物的破坏作用而成为目前临床上最常用根管冲洗液，特别是牙髓坏死的感染根管，次氯酸钠溶液作为根管冲洗液的首选。有研究表明次氯酸钠溶液在 0.5%~5.25%浓度范围内，随着浓度的增加抗菌作用逐渐增强。然而，5%次氯酸钠溶液对根尖周组织产生非常强的毒性，并且也有研究表明次氯酸钠溶液冲洗清洁效果更取决于冲洗液的量，浓度降低如果用量增加则也可达到高浓度冲洗液的清洁和除菌效果。因此目前临床上使用的次氯酸钠溶液推荐浓度为 1%-2%。

对坏死牙髓组织的溶解作用是根管冲洗液最重要的功能之一。临床研究表明，用 2%次氯酸钠溶液冲洗根管，15 分钟、1 小时和 2 小时分别溶解 15%、45%和 100%的牙

髓组织。该结果提示，临床上足够的操作时间是保证次氯酸钠溶液去除根管内碎屑的影响因素之一。

对于次氯酸钠溶液的清洁和抗菌作用，冲洗液导管在根管内的深度也有一定的影响。如果冲洗液导管太靠近根尖孔，则冲洗液有可能超出根尖孔而损害根尖周组织。如果在根管冠部扩大敞开，冲洗液盛于根管内，在锉针诱导下进入深部根管，有利于根管系统的清洁，减少冲洗液渗入根尖周组织。因此临床上采用逐步深入法技术预备根管有利于冲洗液进入根管内，特别是根管尖部。

螯合剂是一类含有 EDTA 的混合物。螯合剂在牙髓根尖周疾病的根管治疗过程中的应用，由于其润滑、乳化和使牙本质碎屑悬浮的作用，有利于根管的清洁与成形。螯合剂在临床上使用已逐步成为常规，存在形式包括粘稠的悬浮剂和水溶液。

粘稠的悬浮剂有数种成分，以悬浮的水溶颗粒形式存在。RC Prep（Premier Dental Products, King of Prussia, PA）就是其中的一种，主要成分包括 EDTA，过氧化脲和丙烯乙二醇。乙二醇作为润滑剂包裹在根管预备的器械上有利于器械在钙化根管内或含有钙化物质根管内的工作。在弯曲钙化根管的冠段预备过程中螯合剂应用是非常重要的，因其对组织的乳化、软化牙本质、减少阻塞，以及使牙本质碎屑悬浮有利于其清除等作用，从而减少根管预备的难度。

在活髓牙或牙髓渗血的根管预备中，因牙髓组织的主要成分是胶原，能形成胶粘状团块而阻塞根管，使用粘稠悬浮螯合剂，可乳化根管内的有机物，阻止胶原凝集成团阻塞根管。另外，可维持牙髓残余组织和牙本质碎屑处于悬浮状态从而减少根管阻塞发生的可能性。

格兰根管凝胶（Glyde）含 EDTA 和过氧化脲（图 19-9）。当格兰根管凝胶和 RC Prep 螯合剂与次氯酸钠交替使用，EDTA 通过螯合作用软化牙本质，牙本质软化后容易被根管锉去除；过氧化脲与次氯酸钠发生反应产生新生氧而杀灭厌氧菌和促进牙本质碎屑的清除。已经表明采用该方法预备的根管壁清洁光滑，开放的牙本质小管有利于根管内药物和糊剂的渗透。

水溶液的螯合剂能去除根管预备时产生的附着于根管壁的由有机或无机物构成的玷污层。旋转镍钛器械预备根管时产生的牙本质碎屑进入牙本质小管内，影响牙胶的充填



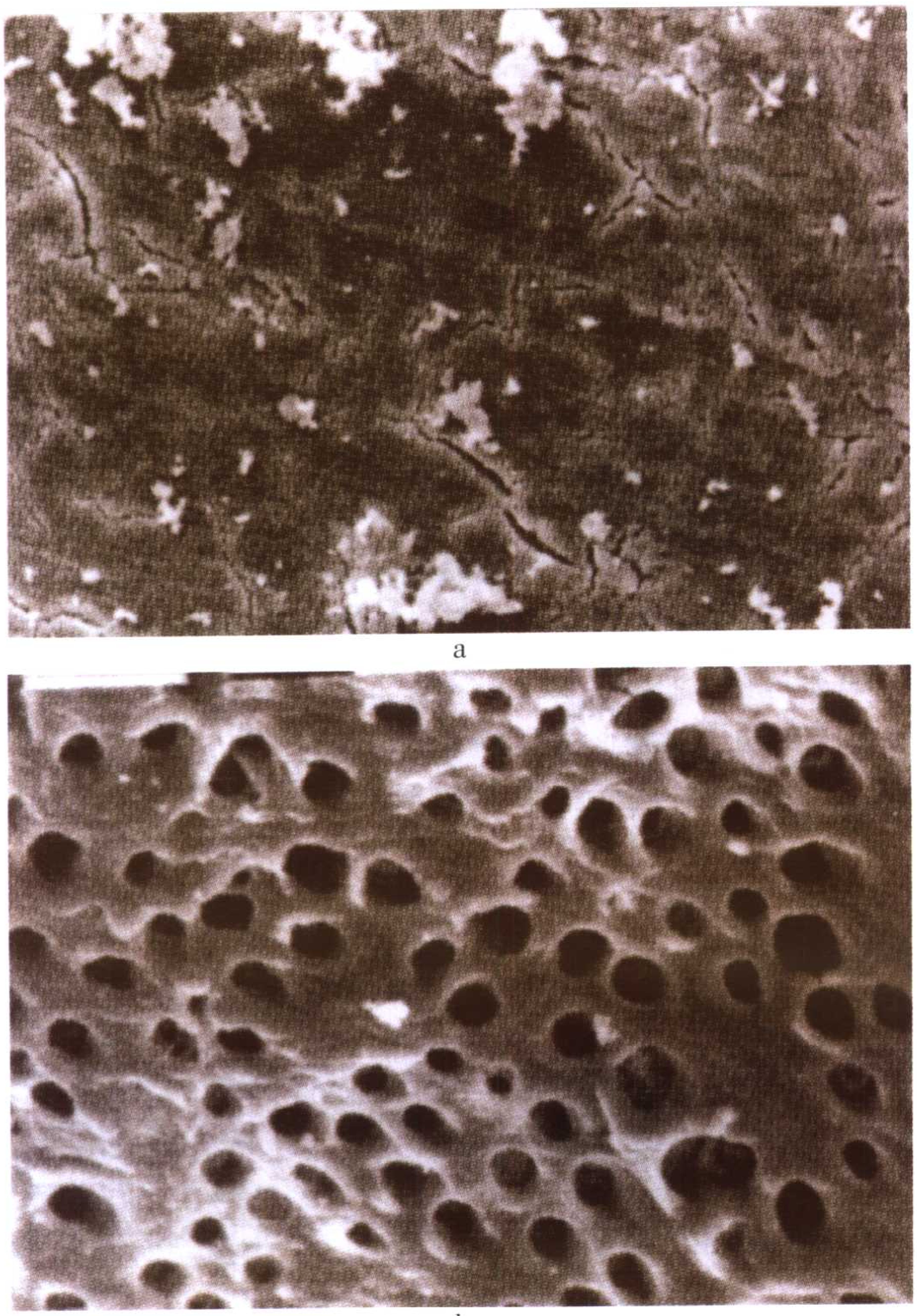
图 19-9　格兰根管凝胶

和根尖孔的密封。为了去除玷污层，可在根管预备最后用17%EDTA水溶液在根管内作用1分钟。

3%过氧化氢溶液（双氧水），在根管预备过程中冲洗根管曾被广泛使用。由于根管内感染主要以G⁻厌氧菌为主，因此有研究者认为采用双氧水冲洗根管时产生的新生氧有利于厌氧菌的杀灭；同时产生的气泡有利于根管内碎屑的清除。但是令人遗憾的是已经研究表明无论是双氧水单独使用还是与次氯酸钠交替使用，对于根管内的清创效果没有明显的改善。

四、超声根管冲洗技术

在根管预备时或预备后应用超声器械是为了更好地清洁根管系统（图19-10）。利用超声波冲洗根管的频率在25~40kHz范围，在工作中超声能量主要沿纵轴方向传递，



a

b

图19-10　超声波对根管的清洁作用

a. 常规手用器械采用3%过氧化氢溶液和0.1%氯己定溶液冲洗根管，扫描电镜观察根管壁可见大量的玷污层；b. 为采用超声波清洁后的根管壁扫描电镜图，基本无玷污层，牙本质小管清晰可见

仅有少量转化为横向的振荡。利用超声产生空化和微流现象。空化作用在超声锉的尖端可以产生，而研究表明在根管内超声波无该作用。因此，只有利用超声波产生的微流，在振荡的物体周围产生稳定的单方向的漩涡，冲洗根管。超声波在根管内能产生涡流，形成微声流，达到分解和破坏细菌及其酶的作用。在离体实验中证实只有超声锉在根管内能够自由振荡才能将冲洗液导到根管末端，冲洗液以 20ml/min 的流率超声冲洗根管时，大约需要 30 秒才能到达根管的根尖部分。如果根管弯曲而影响超声锉的自由振荡，则冲洗液不能通过根管弯曲处而终止于第一个振荡结，此时应将 15# 超声锉进行预弯以适应根管的走向。当时令人遗憾的是，尽管采用次氯酸钠溶液和超声波双重处理，但组织学研究表明根管内仍残存坏死牙髓组织和细菌。

为了使根管清洁更彻底，生产出微型毛刷应用临床。根管内微型毛刷的最佳直径、长度、硬度、刷毛所用材料以及理想的外形已经确定，刷毛附着于呈辫子状的金属或具有弹性的、可塑的核心杆上。根管内微型毛刷有马达驱动和超声驱动两种。根管内微型毛刷按照 ISO 标准，有刷毛的长度为 16mm，刷毛的直径 D_0 分别为 0.40，0.50，0.60 和 0.80mm，其锥度分别与细中号、中号、中大号以及大号的非标准牙胶尖主尖相当。马达驱动的根管内微型毛刷旋转速度 300rpm，螺旋状的刷毛能有效地使根管内的碎屑向冠部移动而从根管内清除。超声驱动的根管内微型毛刷能有效地洗刷根管壁，激活次氯酸钠和 17%EDTA 溶液从而产生牙本质小管口开放的清洁根管。

第三节　根管消毒的现代概念

在根管预备过程中，无论是采用手用器械还是机动镍钛器械、超声器械，都会在根管壁上形成一层玷污层。也无论采用何种冲洗液，冲洗液用量多少，只会是根管壁上残存玷污层量的多少，而不能彻底去除玷污层。玷污层中包括牙本质碎屑、牙髓残留物、细菌、内毒素，有时还有充填材料。而对于玷污层是完全去除或是完整留下仍然是一个值得争议的问题。如果玷污层去除，则根管消毒药更易穿透根管壁的牙本质而增加其抗菌活性；根充材料与牙本质壁界面间更严密封闭。根管预备后用 EDTA 冲洗可将玷污层完全去除，而且通过溶解管周牙本质而增大牙本质小管的开口。如果玷污层留下，则根管系统不能完全封闭而产生微漏，导致治疗失败几率增加，同时玷污层相对有利于细菌的粘附。研究表明用 6%柠檬酸去除玷污层并用次氯酸钠冲洗后，根管内细菌降低 15%。

玷污层也可以作为扩散屏障降低牙本质 25%~30%的通透性，延缓细菌向牙本质深层扩散。有研究表明用 50%柠檬酸去除根管玷污层，三周后细菌扩散到牙本质的深层，而未去除玷污层组细菌仍在根管表面。根管壁玷污层只能延缓但不能阻止细菌穿入牙本质小管，细菌可以穿透牙本质小管而到达牙根表面。因此去除玷污层是确保根管治疗长期效果的重要保障。

在感染根管内每毫升根管内容物中大约含有 10^8 个细菌，通过器械预备根管内细菌数可减少到 1000 个，次氯酸钠冲洗液冲洗后可再减少 50%，也就是说，通过根管预备后根管内仍存在细菌。根管预备后根管内残存一定量的玷污层，玷污层内存在着细菌，因此根管预备后根管充填前进行根管消毒，杀灭残存的微生物，预防再感染。

一、根管消毒的方法

液体消毒药通过纸尖或棉捻放入根管内，糊剂消毒药通过旋转螺旋针塞入根管内。由于细菌定植在牙本质小管内，因此根管暂时消毒药必须与牙本质壁直接接触。药物的消毒作用与在根管内保存时间有一定关系，研究表明当根管消毒药物在根管内1、3、7、45天后，观察其抗菌作用，结果发现在1天药物的抗菌活性就已经达到最高值。

二、根管消毒药物的种类

理想的根管消毒药具有对牙髓和根尖周组织的抗菌作用；中和根管内残余物使其失去致病作用；预防或减轻术后疼痛。目前临床上常用药物包括醛类、酚类、抗生素类、皮质类固醇类以及氢氧化钙等根管消毒药。酚类化合物如木榴油酚、麝香草酚、氯酚被认为具有杀菌作用和镇痛之功效。该类药物的杀菌作用超过其内在固有的毒性。由于甲醛及其衍生物和戊二醛对组织有致敏和基因致突变等副作用，临床上使用需十分慎重。含有可的松和抗生素的根管消毒剂，由于不能有效地预防根管治疗术后的疼痛，因此不宜应用于无症状患牙。炎症反应是机体防御和修复组织损伤所必需的。可的松损害机体自身的防御机制，抑制牙髓组织炎症反应，导致牙髓组织更易遭受细菌及其毒素的侵袭。临床医生可根据患牙的具体情况选用这些药物进行根管消毒，氢氧化钙作为根管消毒剂被广泛使用。

氢氧化钙因其高pH值具有杀菌作用和促进碱性磷酸酶活性而在牙髓学中得到广泛的应用并取得了可靠的临床效果。氢氧化钙作为根管消毒剂也越来越受到广泛关注。研究表明采用氢氧化钙消毒根管后根管无菌率为97%，而酚类药物为66%，并且氢氧化钙能破坏细菌产生的内毒素LPS，LPS由细菌分解时从其细胞壁上释放的脂多糖，是根尖周骨质破坏的病原因子。

目前认为氢氧化钙与无菌蒸馏水调拌后送入根管内的抗菌作用最好，与丙二醇调拌，可长时间释放OH^-和Ca^{2+},维持糊剂的pH值。对于弯曲根管，氢氧化钙糊剂进入根管非常困难。对于该类患牙，可用螺旋针逆时针旋转将糊剂送入根管内。成品的氢氧化

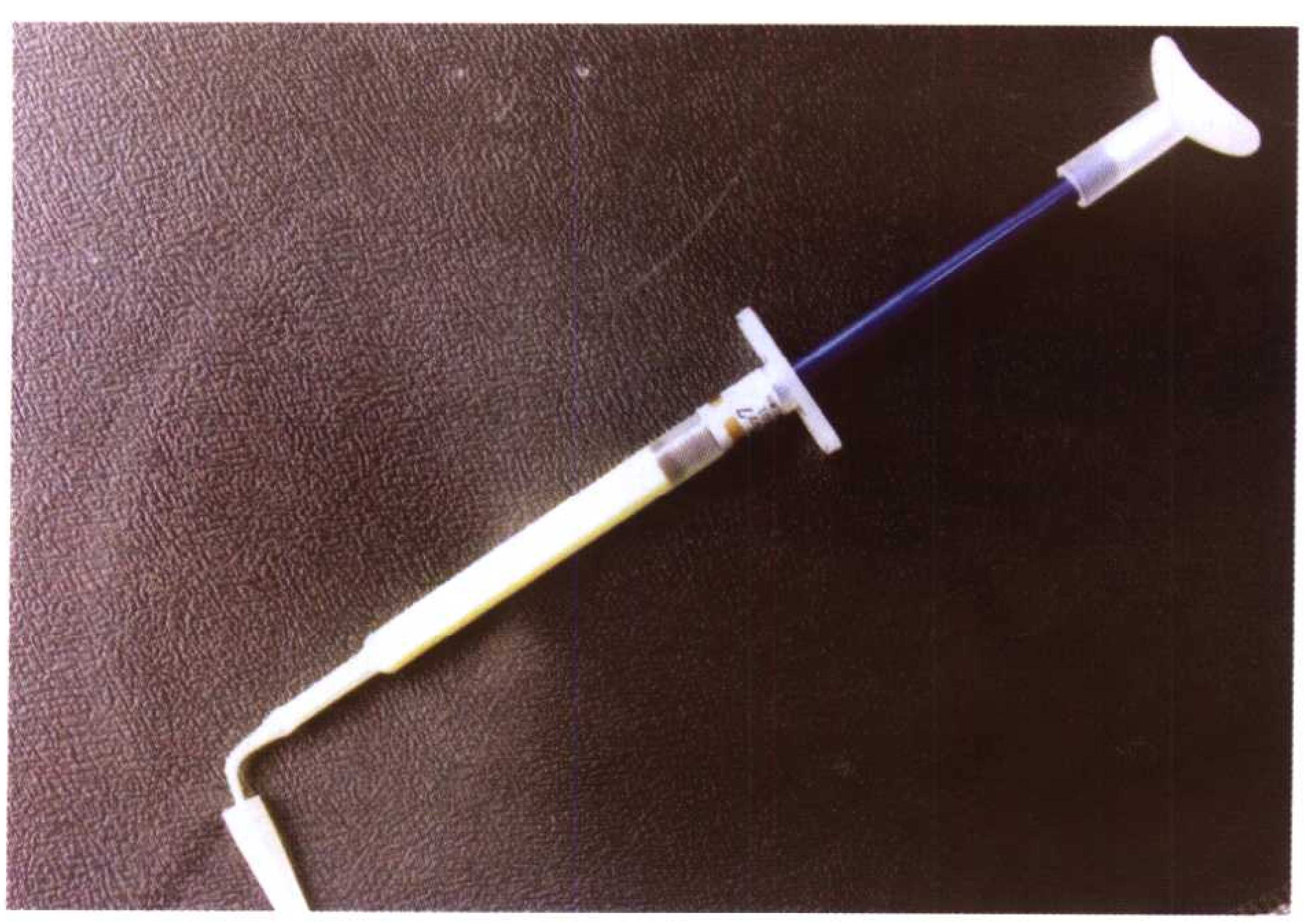


图 19-11　Vitapex 根管糊剂

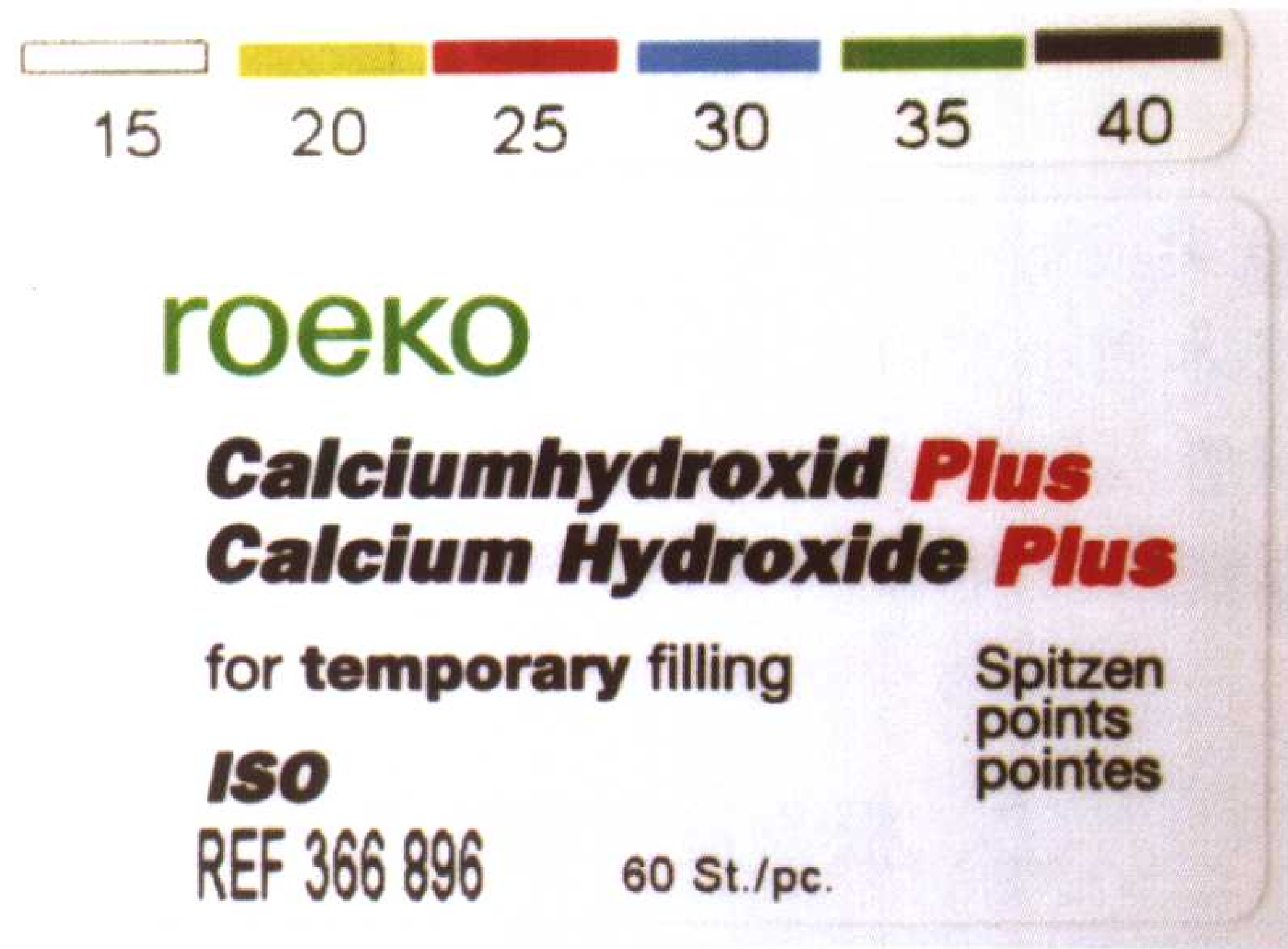


图 19-12　氢氧化钙根管消毒药尖

钙根管消毒剂有 Vitapex，HYCAL 等,将糊剂注射入根管内，髓腔内放置氯己定（洗必泰）棉球，然后用氧化锌丁香油粘固粉密封开髓孔（图 19-11，12)。

第四节　根管充填的现代概念和方法

根管充填是根管治疗术的最后一步，也是牙髓治疗成败最关键的决定性因素。根管充填的目的是机械性地阻塞根管，阻断根管与根尖周组织的交通。现代生物学理论认为，微生物刺激物如细菌、细菌毒素以及代谢产物和牙髓组织的分解产物等是牙髓坏死及其进一步扩散引起根尖周组织炎的主要致病因子，根管充填的目的应该包括：①阻止冠向渗漏，阻断口腔与根尖周组织间的联系。微生物可以再次通过根管系统(从牙冠开放口如充填物周围的微漏)，根充作为屏障阻止微生物对根管系统和根尖周组织的再感染。②包埋根管系统中残存的活细菌。有的微生物能耐受根管的清洁和成形，能抵抗根管消毒药物，但被根充材料包埋后，要么被杀死，要么被阻止进入根尖周组织。③阻止来源于根尖周的组织液到达根管系统，根管内残存的细菌利用其作为能源而得到生存。根尖周组织液可能是根管内许多生存下来的细菌营养来源，常规的加压根充能阻断该液回流根管，导致细菌不能繁殖而最终死亡。目前认为根管系统的 3D 充填才能满足根管充填的上述目的。3D 根管充填技术，是指根管的根尖向、侧向以及冠向的三方严密充填。

为了获得良好的充填效果，近年来从根管充填材料、根管充填器械以及根管充填方法进行了较大的改进。

一、根管充填材料

根管充填材料包括固体类和糊剂类。

（一）固体类根管充填材料

目前临床上应用最多的是牙胶尖。牙胶存在三种形式:α、β、γ 相，当温度在 42℃~49℃时为 α 相，温度在室温和 53℃~59℃时为 β 相，温度在 56℃~62℃时为 γ 相，应用在根管充填的牙胶为 β 相。自然状态下牙胶为 α 相，目前所采用的热牙胶充填技术首先利用其 α 相，当温度继续升高时，在 65℃时开始变软，100℃时熔化，然后以 α 相形

式成为液体，使牙胶变成像热塑合成树脂一样充填根管。

使用牙胶充填根管单纯加压不能将牙胶完善地充满根管，而通过一定的溶剂或者加热的方式可达到充满根管，但这些方法的应用都可能导致牙胶在固化时体积收缩 1%~2%。在使用牙胶加热充填根管时，将温度控制在 45℃内有利于预防牙胶固化时的收缩，在采用垂直热牙胶加压充填法时这实际上是不可能的，使用温度明显超过 45℃，在进行热牙胶垂直加压充填根管时，控制局部牙胶温度不必要过高是非常重要的。采用牙胶在有机溶剂中溶解和加热时软化冷却后固化的特性，通过改进充填技术和改善充填设备达到根管的严密充填。

临床应用的牙胶尖分为主尖和副尖。主尖编号大小和锥度与 ANSI 和 ADA 规定的相应的牙髓扩锉针的标准一致。然而，锉允许的误差范围在±0.02mm,而牙胶尖在±0.05mm，这样相同号码的扩锉器械与牙胶尖之间的大小（尖的尖端直径）可能相差 0.07mm，比预计的主尖锉相差一号，因此为了选用的牙胶主尖与主尖锉间直径大小一致，采用牙髓专科锥度测量尺（图 19-13）在根管充填前对主尖锉和牙胶主尖的尖端锥度进行测量，达到根尖孔的严密充填。

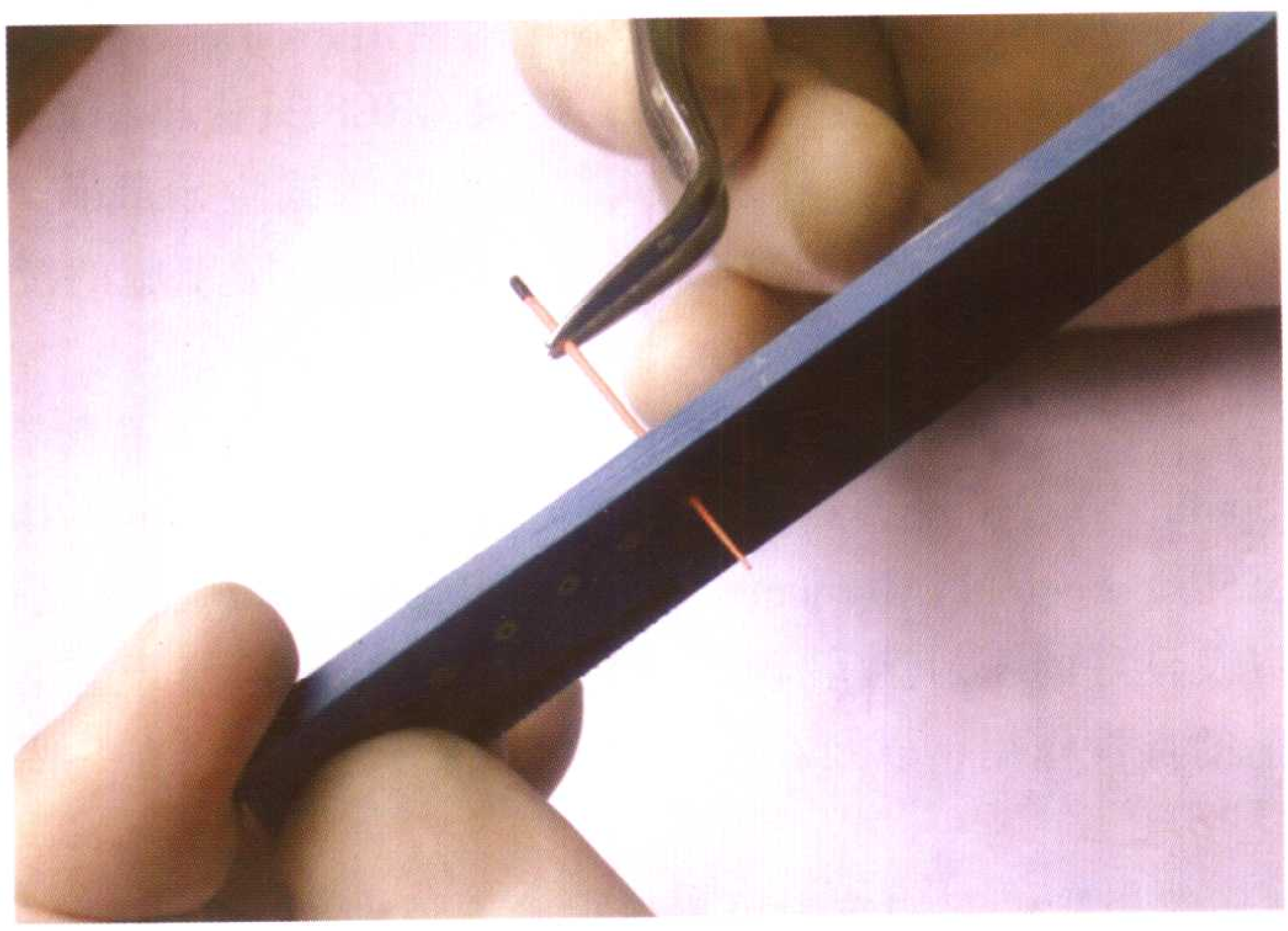


图 19-13　锥度测量尺

（二）糊剂类根管充填材料

由于牙胶对牙本质缺乏粘接性以及常用根管充填方法牙胶无法将所有根管腔都严密充填，因此选用合适的根管充填糊剂对根充质量的控制有十分重要的意义，有的患牙根管封闭剂比根管充填材料更重要，根管封闭剂能阻止液体的渗透，而牙胶只是占据根管空间，作为根管封闭剂的载体。理想的根管充填糊剂应具备以下条件：对牙本质和牙胶均具有粘接力；能把所有根充材料粘接在一起；固化反应后无体积收缩；生物相容性好，对根尖周组织无刺激，且不被组织液溶解；对 X 线具有高度阻射；具有一定的抗菌作用；必要时易从根管中取出。

目前糊剂类根充材料种类主要有氧化锌丁香油类、氢氧化钙类、树脂基质类以及玻璃离子类等，为了使各类材料能达到或接近理想根充糊剂的标准，进行了一定的改进。

1. 氧化锌丁香油粘固粉类　该类糊剂从氧化锌丁香油粘固粉演变而来，主要品牌有：Hermetic, Pulp Canal Sealer EWT, Tubli-Seal, N2, U/P Grossman's Sealer, Fill

Canal, Kerr Sealer, Wach's Paste, Proco-Sol。其特点是：糊剂中的氧化锌具有抗菌和保护组织细胞的作用；树脂酸在固化前对牙本质具有粘接性；树脂酸为两性分子，脂溶性能破坏细胞膜的脂类物质而杀菌；树脂酸有细胞毒性；氧化锌和丁香油向组织内释放而溶解，当加入树脂酸时溶解性明显降低。

甲酚醛使组织中的神经末梢坏死，掩盖机体的炎症反应，减轻病人疼痛，长久以来，在调拌氧化锌丁香油粘固粉时加入甲酚醛。加入的甲酚醛将增加丁香油的毒性，延缓或阻止组织的愈合。因此，目前对于在根充糊剂中加入甲酚醛这一观点持否定态度。

2. 氢氧化钙类　氢氧化钙根管封闭剂是近年才在临床上开始使用，主要产品有 Sealapex（Kerr），CRCS（Hygenic Corp., Akron, OH），Apexit（Vivadent, Schaan, Liechtenstein）和 Vitapex。有实验证实含氢氧化钙的根管封闭剂比树脂类根管糊剂的杀菌作用强。目前认为该类根管封闭剂含有氢氧化钙，具有促进根管根尖处钙化屏障形成的生物学作用，然而对于这些推论，目前缺乏临床和实验资料的支持。众所周知，氢氧化钙发挥生物学效应必须离解成 Ca^{2+}和 OH^-，由此含氢氧化钙的根管封闭剂可能溶解，释放这些离子，结果损害了根管封闭剂的密封功能。采用 Sealapex 和 Apexit 充填根管后，检测附近牙本质内的 OH^-，前者部分牙本质内检出，而后者在牙本质内根本未检出。同样采用 Sealapex 和 CRCS 充填根管后，结果 CRCS 只检出很微量的 Ca^{2+}和 OH^-，Sealapex 检出量比 CRCS 多，但以小碎块形式存在。临床试验 Sealapex 和 CRCS 以小颗粒状分散在根尖周组织内，引起异物反应，导致巨细胞、巨噬细胞的浸润。由于以上原因目前在临床不作为首选根管充填糊剂。

3. 树脂基质类　绝大多数新根管充填糊剂为树脂类，主要品牌有：Endofill（Lee Pharmaceutical, South E1 Monte, CA），AH26, AH Plus™（Caulk/Dentsply, Milford, DE）和 Diaket（ESPE, Seefeld, Germany）。环氧树脂类糊剂具有粘接性、长的工作时间、易操作性，以及良好的密封性等优点。但也有以下缺点：使牙齿染色、在溶剂中溶解性较差，固化前的毒性作用，以及在口腔液中的溶解。因此，在一些国家如美国并不作为首选。

AH26 是一类环氧树脂，起初作为单一的根管充填糊剂。因其良好的流动性、对牙本质壁好的密封性，以及充足的操作时间，与牙胶接近的 X 线阻射性而在临床上作为根管封闭剂而广泛应用。然而 AH26 在刚调拌后未固化前对组织细胞具有很强的毒性，而在调拌 24 小时后毒性明显降低，这可能是在糊剂固化过程中释放少量的甲醛所致。AH26 一旦固化，其毒性作用甚微。

AH Plus™ 是在 AH26 基础上发展而来，与 AH26 相比，该材料为双糊剂型，更便于调拌，加入氧化锆和钨酸钙微粒而 X 线阻射能力更强，固化时间缩短，溶解性降低，和更好的流动性。

Diaket 根管糊剂是一类乙烯多聚物与氧化锌和磷酸铋混合而成的具有粘接作用的封闭剂。即使少量的樟脑酚或酚均会影响该糊剂的固化，因此在采用该类材料时需将其去除干净。该糊剂在根管内聚合较快，而在室温聚合较慢，有利于操作，且稳定性好，溶解性低。不足在于毒性大，且刺激作用长期存在。

4. 玻璃离子类　玻璃离子粘固剂由于其良好的组织相容性和对牙本质的粘接性而近年被引入牙髓学作为根管充填糊剂。目前作为根充糊剂的玻璃离子粘固剂有 Ketac

Endo（ESPE）。根据玻璃离子粘固剂的特性，将其作为根充糊剂可改善根充的密封性，但对于其作为根充糊剂的有效性和安全性却有待于进一步证实。

二、根管充填新技术

根据美国 AAE（American Association of Endodontics）的标准，理想根管充填是应用少量具有良好生物相容性的根管封闭剂与根充材料严密结合，达到根管密封，根尖止点尽可能靠近牙骨本质界的根管系统 3D 充填。如果临床上能够达到这些技术指标，则获得根尖周组织愈合的生物学指标如在根尖孔上方形成牙骨质、根尖孔的封闭以及 Sharpey's 纤维的长入等的可能性就高。遗憾的是目前临床上所采用的根管充填材料和根管充填技术不能达到严密封闭根管的目的。为达到 AAE 标准，根充材料、根充技术的改进是十分重要的。

根充材料的发展方向应注意：材料能进入牙本质小管；材料对牙本质中的有机物和无机物均能产生紧密的粘接；能中和或破坏微生物及其代谢产物；能诱导根尖孔上方牙骨质的修复；能增强牙根的强度；这些材料易于送入根管且在根管内快速固化。

目前，在临床上应用的牙胶根管充填技术包括侧方加压法和垂直加压法两种。而由于各种原因在应用过程中有的学者将自己所采用的方法主动地归纳为两种中的一种，现代根管充填概念认为任何单一的临床牙胶充填方法是不存在的。第一，在牙胶根管充填过程中力量传递的力学分析，单纯的侧方或垂直加压充填方式是少见的。充填器械在充填加力时，既不是单纯的垂直力，也不是单纯的侧向力，而是一种多方向的混合力量起作用。即使选用不同的器械，如有尖的侧压针或末端为平面的加压器，所有充填器仍然是一种复合力量在发挥作用。动力学模型的应用、光弹压力模型和 3D 分析研究根充技术加力的性质和位置，结果显示在充填过程中，充填力量的作用方式是复杂的，不存在单一力量就能完成根管充填。第二，如果两种根充技术存在许多不同，存在某种特殊力量引起这些不同，为什么在几乎所有根充研究中选用侧方加压技术作为比较的标准？第三，明显增加加压力并不导致根尖漏的显著改善。第四，无论选用侧方或垂直加压技术，根管充填不完善的原因是相同的，如不规则根管形态，对所用根管充填技术不熟练等。因此现代根管充填理论认为，根管充填成功与否，不仅取决于选用何种充填技术，而且取决于充填根管的预备形态，操作者的临床操作技能以及对所选用技术掌握的熟练程度。只要接受过正规的教育和技术培训，选用任何一种根管充填方法都可能取得根管治疗的成功。

根管充填依赖于牙胶和糊剂对预备根管的空间完全充填。目前采用牙胶和糊剂完成根管充填存在两种最基本技术：冷牙胶加压充填法；热软化牙胶加压充填法。

（一）冷牙胶加压充填法

该方法被认为与牙胶侧方加压法类似，适合于大多数根管，要求对预备的根管呈连续的有一定锥度的漏斗状，且根尖止点位于健康牙本质上。该技术选用的主牙胶尖大小与到达根管工作长度的最后一号器械相匹配，常用的加压器械是侧压针，根据根管大小、长度和弯曲度选择相应的侧压针（图 19-14）。侧压针根据拿持方法分为手握笔式和指握式；根据所用材料分为不锈钢侧压针和镍钛侧压针，在弯曲根管可选用镍钛侧压针。选择适当的根充糊剂，在主尖上蘸着糊剂，沿着根管壁放置后，用一定锥度的金属

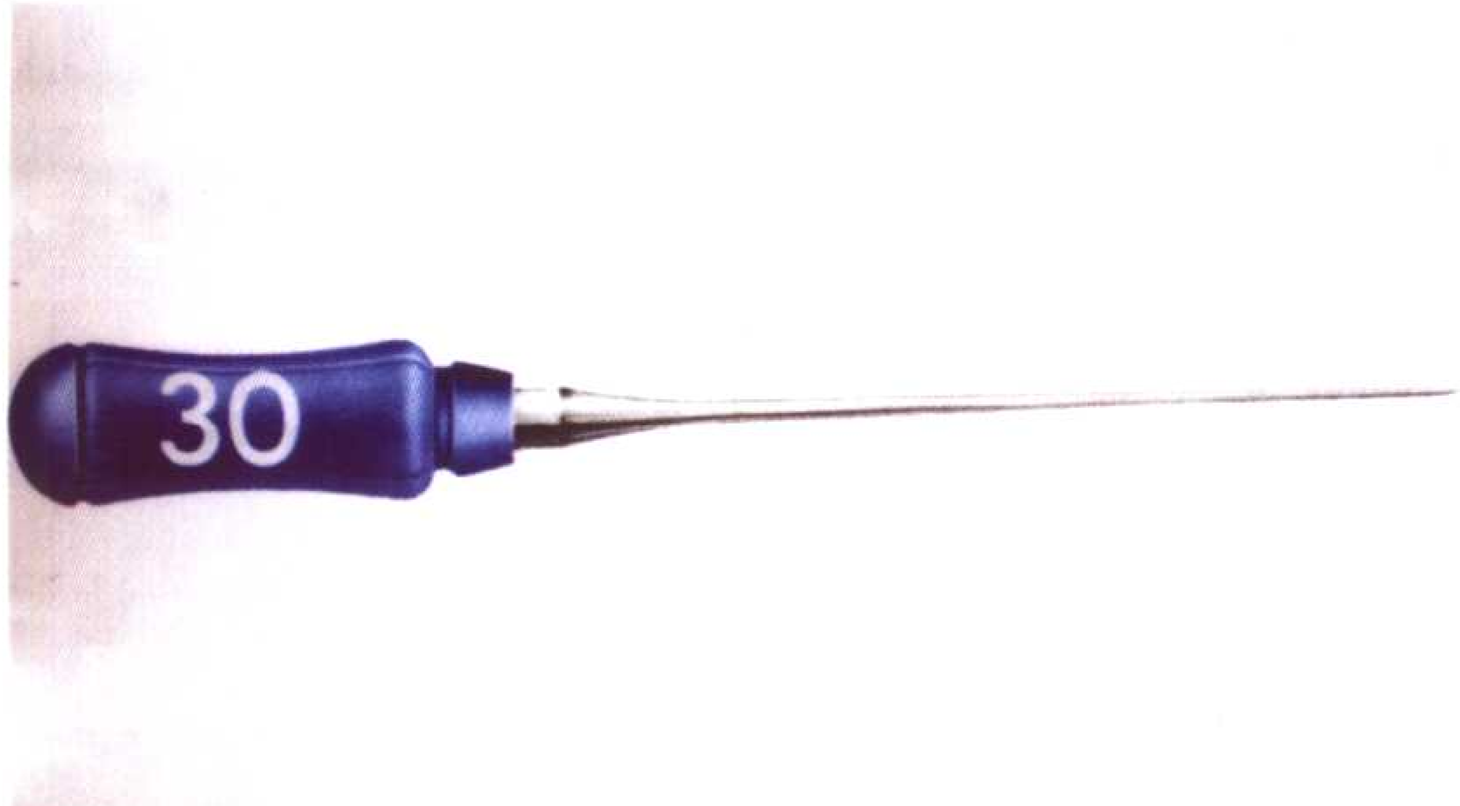


图 19-14　根管侧压针

侧压针，侧向和垂直向加压，侧压针创造出的空间由其他更小号的副牙胶尖填压直至填满整个根管系统。

（二）热牙胶加压充填法

热牙胶加压充填法是将牙胶加热软化，用垂直加压器加压充填根管预备的空间。该方法在选择主牙胶尖时，根据根管解剖、根管预备长度及形状，所选牙胶尖末端在预备根管根尖座冠方 1~2mm 与根管壁有阻力感。所用加压器为垂直加压器，在根充前需对根充加压器进行预试，以保证在充填加压时不被根管卡住情况下到达根管内的适当深度，选用合适的根管糊剂，在主牙胶尖放置深度的根管壁上涂布一薄层糊剂，主牙胶尖只在根尖段涂布少许糊剂，放入根管内到达试尖时的深度，用加热的器械将牙胶尖冠段烧断并去除，然后用热携带器将保存的主尖部分加热软化，冷的垂直加压器向根方和侧方加压软化牙胶。反复加热、去除和加压处理直至软化牙胶到达预备根管根尖 1~2mm 并将根尖孔严密充填。根管根尖部充填完毕之后，将软化的牙胶加入、加压直至牙胶从根管的根尖部填充至根管口。

（三）其他根管充填方法

热牙胶垂直加压技术的临床应用受到重视，人们设法简化牙胶加热软化和加压充填的方法，主要包括根管内牙胶软化加热系统、牙胶热塑注射充填技术、Thermafil 充填技术等。

1. 根管内牙胶软化加热系统　该系统主要为 System B（EIE/Analytic Technology, San Diego, Calif., USA），能够将热携带装置尖端的温度控制，在不确定的时间内给予精确的热量，极大地促进了热软化牙胶垂直加压技术的发展。当加热装置设计为垂直加压器，且加压器可被设计为与非标准牙胶尖相匹配的锥度时，一旦主牙胶尖选定，选用相应锥度的热加压器，可在加热的同时进行加压充填，由此该方法也被称为连续波充填技术（continuous-wave technique）。另外该系统不仅通过加热和根向加压充填的运动，而且可在根管内任何水平对根充材料进行加热加压充填。System B 加压器末端可恒温在 300℃，200℃和 100℃。在加热初期，加压器末端的温度可在 1 秒内高达 300℃，在根管根尖段充填时，可将温度恒定在 200℃，而在完成根尖段充填后，可用 100℃恒温充填根管冠段。

2. 牙胶热塑注射充填技术　该技术需要高温牙胶热塑注射系统 Obtura（Obtura Corp., Fenton, Mo.），由于所用牙胶需高温才能达到将牙胶注入根管内的软化程度，因此该技术被称为高温牙胶热塑注射充填法（high temperature thermaplasticized injectable

technique)。Lee 在 1977 年首次报道使用该方法，1986 年由 Marlin 将高温牙胶热塑注射系统命名为 Obtura 系统。Obtura Ⅰ型系统包括电控加热仪、手枪式注射器和 20#~23# 针头。在 Obtura Ⅰ型系统的基础上，新近推出 Obtura Ⅱ型系统，新系统能将加热温度显示出来，有利于准确地调控温度（图 19-15）。使用该系统充填根管系统时，预备的根管在根管缩窄处存在清楚的根尖座，预防软化牙胶流出根尖孔；主根管从根尖孔到根管口呈连续光滑的有一定锥度的漏斗状，有利于软化牙胶的流动。该方法与侧方加压法相比，对根管壁的密合度更好；对于去除玷污层的根管，则牙胶和糊剂可进入牙本质小管；也可严密充填根管系统中细小弯曲根管、根管内交通支、侧支根管、副根管，因此特别适合细的网状根管、内吸收根管、C 型根管、侧支根管、副根管的充填。但是在 Obtura Ⅰ系统，由于充填牙胶加热到 185℃~200℃后才能通过针头注入根管内，如果充填物超出根尖孔甚至局限于根管系统内，可造成根尖周组织炎症反应。因此有学者采用热牙胶加压法填充根尖部 2~3mm，然后用 ObturaⅡ充填剩余的根管系统。另一方面也对牙胶的操作性能进行了改进，由 Schwed Co. Inc.（Kew Gardens，N. Y.）生产的易流牙胶（easy-flow gutta percha），通过提高其流动性和调节其粘度，使之在低温情况下维持光滑流动的粘度和拥有更长的工作时间，有利于复杂病例的操作。

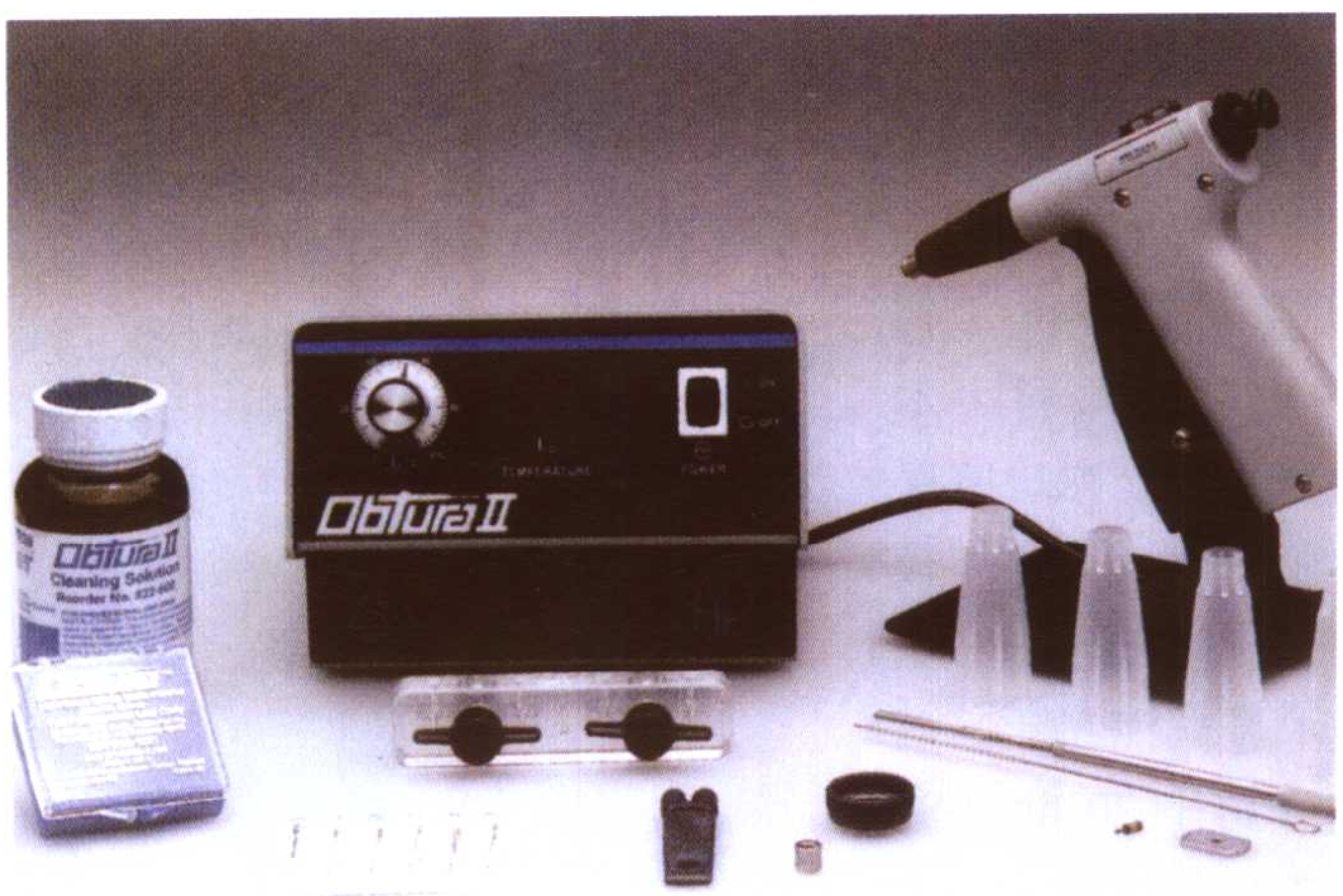


图 19-15　Obtura Ⅱ热牙胶充填系统

3. Thermafil 充填技术　Thermafil 充填技术由 Jhonson1978 年首先提出并应用。该技术的产品包括 Thermafil Plus（Tulsa Dental Products, Tulsa, Okla），Densfil（Caulk/Dentsply, Milford, Del.）和 Soft Core（Soft-Core Systems Inc., North Richland Hills, Tex.）。该系统包括一个加热软化炉（图 19-16）和一组在带柄不锈钢或塑料轴表面包裹一层 α 相牙胶的充填体所组成。充填体轴的大小与根管锉相匹配，因此采用该方法充填根管省时省力，操作简便，一步到位，可获得根管系统的 3D 充填。首先选择适当大小的锉测量根管的大小和工作长度，然后采用与主尖锉相匹配的充填体核心轴试充，在加热炉内加热软化与主尖锉相匹配的充填体牙胶，同时用 K 型锉反时针方向将根充糊剂涂布于根管壁，将加热好的充填体插入根管内到达根管工作长度，照片检查充填体到位后，在距根管口上方 1~2mm 处切断充填体。

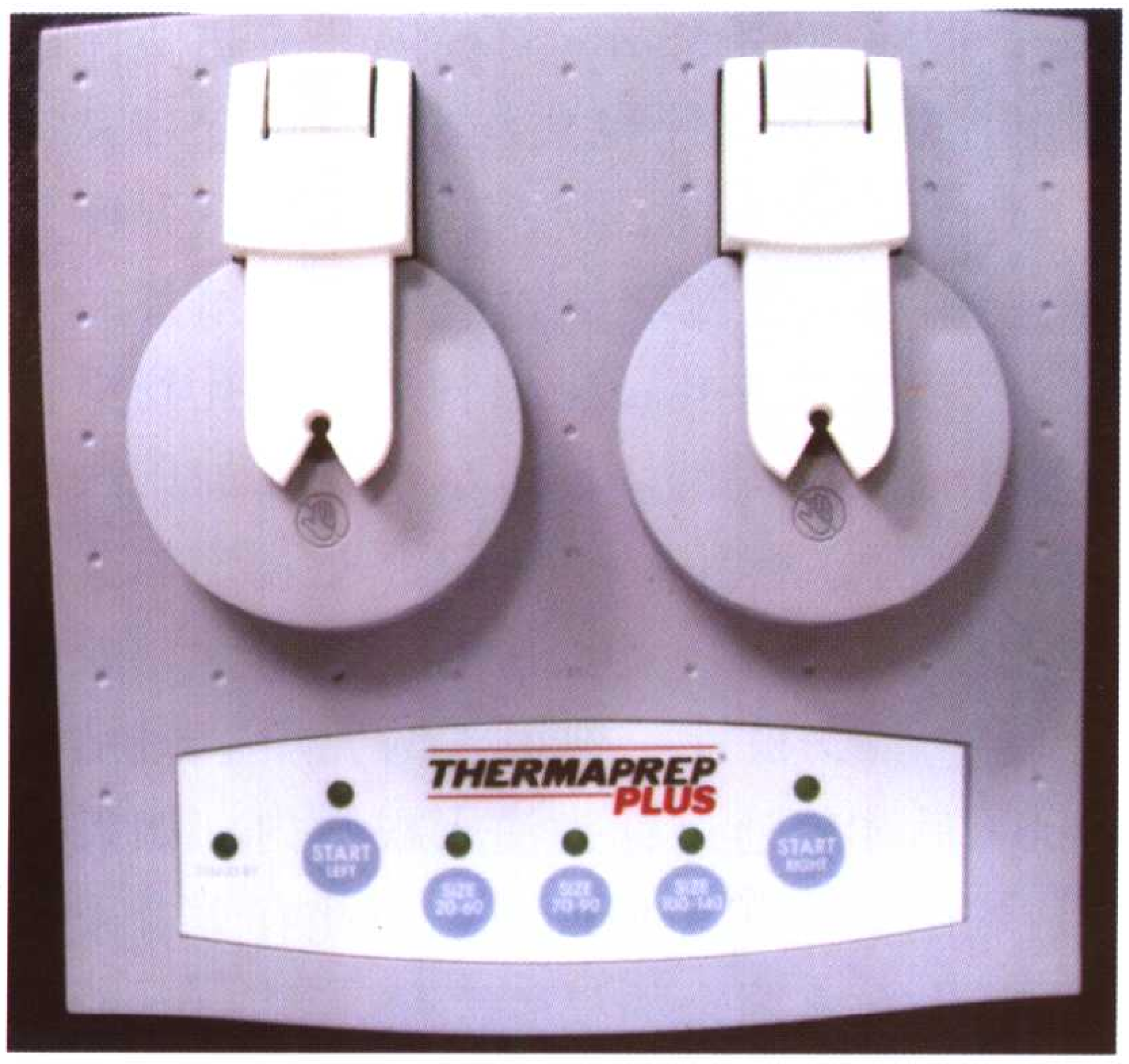


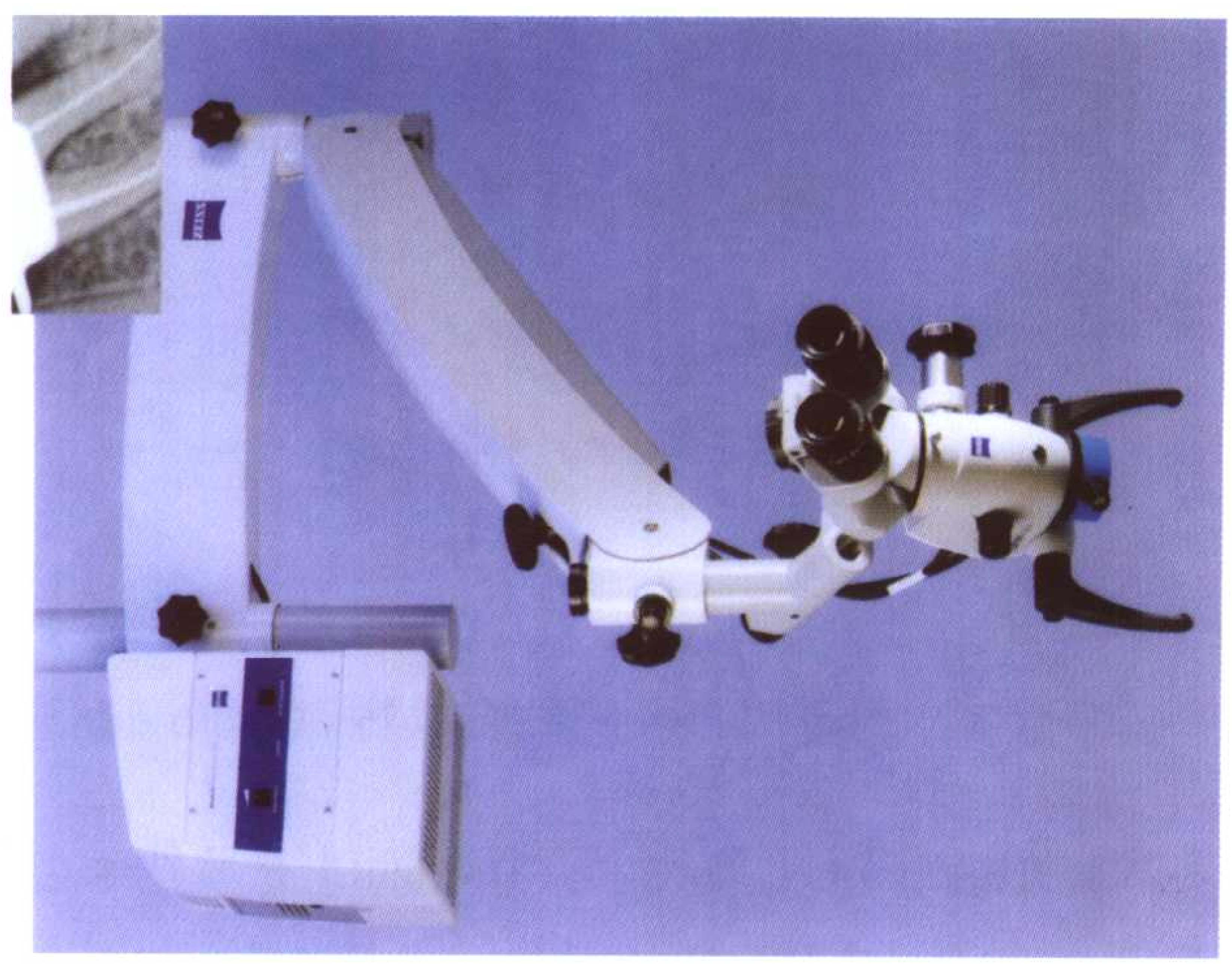
图 19-16 Thermafil 牙胶加热系统

(四) 根管牙胶 3D 充填技术

由于根管系统在根分叉和根尖部存在侧支根管与牙周组织相通，而每一个根管出口都被认为是牙髓坏死分解组织进入根尖周的可能通道。牙髓源性牙周组织损伤的愈合取决于许多因素，其中之一就是根管系统完美的三维充填。热牙胶加压充填技术可以达到根管系统的三维充填。其具体操作方法见前。尽管根管解剖系统如多根管与根管治疗失败有关，但治疗失败最常见的原因是因主根管清洁、成形不彻底、根充不完善造成的，因此有学者提议，所有根管充填的止点应位于 X 线显示的根尖端。

第五节 外科手术显微镜在牙髓根尖周病诊治中的应用

手术显微镜具有放大和照明双重优势,在医学领域中的应用取得了肯定的成效（图 19-17）。手术显微镜于 1940 年在耳科手术中、1960 年在眼科手术中得到广泛应用和开展。在口腔医学领域，欧洲早在 20 世纪 60 年代早期将手术显微镜应用于牙体充填修复治疗中，手术显微镜在牙髓病学中的应用真正开始于 20 世纪 90 年代，意大利学者 Pecora 首次报道在牙髓外科中应用了牙科手术显微镜，美国学者 Carr 1992 年报道其在该世纪 80 年代设计了显微镜下超声工作尖和显微口镜。医生在显微镜下完成牙髓根尖周病治疗，显微镜可以将局部放大，能观察较细微的结构且提供非常充足的光源，使临床医生能看清根管内部及根尖周组织的结构，确认手术位置，不再只凭感觉与经验来做治疗，从而减少了治疗的不确定性，极大地提高牙髓病和根尖周病治疗的质量，使一些采用传统方法不能保存的患牙得到治疗和保留。


图 19-17 牙科手术显微镜

目前在美国、欧洲等国家和地区约有 1/4 以上的牙髓专科医生应用牙科手术显微镜，从 1998 年开始，在美国所有的牙髓学研究生必须选修“显微镜下牙髓学和牙髓外科学”课程，并且预计在未来的 10 年内，显微镜作为一种基本工具而应用于牙髓治疗

的每一步骤。近 5 年来，牙科手术显微镜在我国的高等口腔院校或口腔专科医院内开展。应用牙科手术显微镜寻找钙化根管口、上颌第一磨牙近颊第二根管、根管内折断器械的取出、根管再治疗外科手术、根管侧穿修补、牙根折断的诊断以及常规牙髓病治疗。

牙科手术显微镜是由照明系统、放大系统、影像系统及其配件所构成。放大系统是由目镜、球管、物镜、放大倍数调节器等组成，共同调节放大倍数。以德国蔡司牙科手术显微镜为例，目镜的放大倍数在 10 倍至 20 倍不等，常用放大倍数为 12.5 倍，聚焦长度在 60~170mm 间。物镜聚焦长度在 160~400 mm 范围，应用于牙科的范围在 150~200mm 内。放大倍数调节器（magnification changer）为 0.4、0.6、1.0、1.6、2.5 共五档。其在工作状态下显微放大倍数（N）的计算公式为：$N=(f_1/f_2)\times n_1\times n_2$。由此影响显微镜放大因素包括目镜焦距 f_1，物镜焦距 f_2，目镜放大倍数 n_1 和放大倍数调节器 n_2。放大倍数越大，视野越小，术野亮度降低，观察景深越短；放大倍数越小，视野越大，观察景深越长。在牙体牙髓疾病诊治中常用的放大倍数为：低倍放大 2.5 倍至 10 倍，用于聚焦物体，寻找手术区域；中倍放大 10 倍至 16 倍，用于手术操作，是最常用的放大倍数；高倍放大 20 倍以上，用于观察细微结构，评估手术效果。

手术显微镜的照明系统由光纤灯源提供，为视野提供明亮的平行照明，在术野区域不会产生阴影。采用双目镜，可用双眼观察，减轻疲劳；获得立体三维物像。此外，为了解决助手问题，一种方法是配备助手镜，助手可与手术医生看到同样清晰的视野，但是装备助手镜费用较高。另一种方法是在显微镜上安装摄像系统，与显示屏连接，让助手在屏幕上观看，也可将整个手术过程进行拍照或录像，为教学或科研收集病案资料。

在牙髓病和根尖周病治疗过程中，牙科手术显微镜可应用于根管口探查、钙化根管的疏通、根管壁穿孔的修补、根管形态及其清理效果的检查、折断器械和折断根管桩的取出以及根尖周疾病显微外科手术。

一、寻找根管口和疏通钙化根管

根管口形态复杂定位困难时，在手术显微镜下可设法去除阻挡在根管口的部分牙本质，充分暴露根管口。作者在利用手术显微镜寻找上颌第一磨牙近颊第二根管口时，发现采用显微镜后近颊第二根管口的检出率明显高于 K 型锉探查的情况。

钙化根管的预备，在显微镜下发现根管口,然后用 K 型锉在根管口处顺着牙根长轴方向采用平衡力法疏通根管。

二、修补根管壁穿孔

在手术显微镜直视下可以帮助术者确定穿孔的位置、数目和范围，准确定位穿孔及穿孔周围软硬组织，将充填材料填入穿孔处，严密阻断根管与牙周组织之间的交通，有利于根管系统的彻底消毒，促进受伤牙周组织的愈合。同时在穿孔修补过程中准确放置修补材料，防止材料将根管堵塞。

三、取出折断器械和折断根管桩

在根管治疗过程中，由于器械的使用不当，可能发生器械在根管内折断。在发生器械折断后，首先进行 X 片检查，确定器械折断的长度和在根管内的位置，以及器械折断处根管形态，如果发生在根管较直的部位，则采用以景深长的手术显微镜低倍数观察断针的断端及其周围与根管壁的关系，K 型或 H 型锉在折断器械与根管壁之间开辟新通道，然后采用超声扩锉器械，利用超声波的振动将折断器械振出。如果器械与根管壁之间有一定间隙，可用超声波扩锉器械进行振动将其取出。对于在根管弯曲处折断的器械，则首先采用 GG 钻或大号镍钛扩锉针将根管上段敞开，以便于显微镜直视下将折断器械取出。

四、根尖周显微外科手术

在牙髓根尖周外科手术中，由于根尖周显微外科手术具有良好的光照系统、放大系统以及特殊的显微外科器械如针对根尖切除后行倒充前的窝洞预备的 CT-1 工作头。因此显微外科手术与传统手术相比具有以下优点：传统外科手术有时根尖定位难，显微外科能对根尖精确定位；传统的外科切除骨范围较大，常常大于或等于 10mm,而显微外科骨破坏范围小，小于或等于 5mm；采用显微镜后牙根表面形态能正确观察，断根斜面角度小于 10 度，而传统断根斜面角度较大（45 度）；能够观察根尖端的根管间峡部；能准确进行根尖倒充预备和充填。此外可以对根折部位和根管系统正常解剖标志定位等。可以将手术过程进行拍照或录像，为临床、教学或科研收集资料。可以认为牙科手术显微镜在牙髓疾病的诊治和教学、临床科研中具有良好的应用价值和前景。

第六节　MTA 在牙髓根尖周疾病治疗中的应用

MTA （mineral trioxide aggregate，简称 MTA）由于具有良好的组织相容性、边缘密封性和诱导组织再生的能力，在 20 世纪末应用于牙髓根尖周病的治疗，临床上主要用于直接盖髓术、根尖倒充填术、根尖孔未发育完全的根尖屏障、根管侧壁和髓室底穿孔修补等治疗。

一、MTA 的组成及理化性质

MTA 是三氧矿物聚合物，粉末由细小的亲水颗粒所组成。X 射线能谱分析其主要矿物成分为钙、锶、铁、铋、和铝，电子探针显微分析粉末中主要离子是钙盐和磷盐，主要化合物为硅酸盐三钙、铝酸盐三钙、氧化三钙、氧化硅等。MTA 按比例调拌后，只有在潮湿的环境中才能完成固化反应。在潮湿环境中固化的 MTA 表面晶体形状不规则；在人工模拟体液（simulated body fluid，SBF）中固化的 MTA 表面晶体呈大小形态一致的球形。MTA 与氢氧化钙一样，为强碱性物质，调拌后的 pH 值为 10.2，3 小时后上升至 12.5，可维持高 pH 值达一天以上。MTA 内含氧化铋，对 X 线具有高阻射性，高于牙胶和牙本质， X 线片可观察治疗效果。

二、MTA 在牙髓根尖周疾病治疗的临床应用

（一）MTA 作为盖髓剂

MTA 由于其固化不受牙髓渗出液的影响，具有氢氧化钙相似的强碱性，能诱导硬组织的形成，同时 MTA 具有良好的密封性能而作为牙髓直接盖髓剂。Pierce 等 1988 年报告 MTA 作为一种盖髓剂取得了成功。

（二）MTA 作为倒充填材料

MTA 作为根管倒充材料具有以下优点：

1. 对根尖周组织毒性小，具有良好的生物相容性。研究表明与 MTA 直接接触的根尖周组织发生轻度的炎症反应，MTA 表面形成纤维结缔组织和新生的牙骨质。在银汞合金组，大多数牙根断面呈现炎症反应，并无牙骨质形成。新生的牙骨质在 MTA 表面上的生长可能与 MTA 高 pH 值、良好的封闭性能、生物相容性以及激活成牙骨质细胞产生牙骨质的基质有关。

2. MTA 具有亲水性，固化反应不受血液污染的影响。

3. 边缘密封性能优于其他根管倒充材料如银汞合金、Super EBA 等。

4. 固化反应时间长，操作时间充分。不足之处在于材料充填操作困难。

（三）MTA 用于根管壁和髓室底穿孔的修补

病理性或医源性原因造成的髓室底或根管侧壁穿孔，若不及时修补隔绝髓腔与牙周组织之间的病理性交通，则可造成牙周组织的迅速破坏。髓室底穿孔可能由龋病或开髓不当引起，若为龋病引起，则首先应去除病变的牙体硬组织以及穿孔周围的炎性肉芽组织，然后选用合适的材料修补穿孔。若为医源性髓底穿孔，则立即修补穿孔。若根管壁因根管预备操作不当引起，则应立即修补。尽管有许多牙科充填材料用于修补髓底或根管壁穿孔，但效果不是十分理想。MTA 由于潮湿环境对其影响不大，边缘密封性能优于银汞合金，具有良好的生物相容性，动物实验发现 MTA 表面有新生的牙骨质形成。临床上用 MTA 治疗髓室底和根管壁穿孔，追踪观察 6 个月到 3 年半后，显示了良好的疗效。MTA 作为根管修补材料具有良好的应用前景。

在临床应用 MTA 时，其对 X 线高阻射性可通过照片检查修补效果，若不理想，可用水立即冲洗将其去除重新修补。需要注意的是在干燥的根管内用 MTA 修补穿孔，建议在根管内放置湿棉球以利于 MTA 的固化反应。另外 MTA 修补穿孔时可能造成材料的超充，造成患牙轻度的叩痛不适，但临床症状轻微，不影响牙骨质的形成。

（四）根尖诱导成形

根尖发育不全而牙髓已坏死的年轻恒牙，根尖孔常呈喇叭口状，临床上常需通过根尖诱导成形术，诱导根尖孔形成后再行根管治疗。氢氧化钙作为根尖诱导成形术的首选药物，治疗周期长，约 3~18 个月，患牙不能立即进行永久修复，影响患牙的美观和咀嚼功能。如前所述，MTA 具有良好的边缘封闭性，组织相容性以及亲水性，可作为一种较理想的材料迅速形成根管根尖屏障，将根充材料限制在根管内，有效地缩短了疗程，使患牙获得及时的修复。

临床在 MTA 作为根尖屏障时，为了避免将 MTA 推至根尖周组织，可用纸尖轻微加

压。当患牙根管长时，可在根尖区充填3~5mm厚的MTA，根管内放置湿棉球后暂时充填窝洞，待其完全固化后用牙胶尖充填根管。对于短的根管，仅需充填MTA就可达到根尖屏障和根管充填的双重效果。

第七节　激光在牙髓根尖周病治疗中的应用

医用激光经历了从气体到固体,从体外到体内，从连续到脉冲的发展。早在1963年，激光开始应用于牙科学。目前应用于牙体牙髓疾病诊治的激光种类包括氦氖激光(HeNe)、CO_2激光、钕：YAG激光（Nd:YAG）、钬：YAG激光（Ho:YAG）、铒：YAG激光（Er:YAG）等。目前在牙髓学研究中最常用的激光是CO_2激光，Nd:YAG激光，Ar激光（波长从418到515nm）、氯化氙激光（波长为308nm）。20世纪60年代使用较多的是He-Ne激光,70年代多使用CO_2激光,80年代发展为连续YAG激光。YAG激光产品有Pulse Master TM-600型Nd:YAG激光机，国内生产的HSM-III型脉冲YAG固体激光治疗机。

影响激光与组织之间相互作用的因素多种多样，其中重要因素之一是激光的频率和组织对激光能量的吸收。CO_2激光的波长在组织中的水吸收高，Nd:YAG激光在水中不吸收而在有色组织和血红蛋白中吸收高，因此后者比前者引起更深的组织损伤。在有晶体结构的牙体组织中辐射的折射和散射也应考虑。

一、激光的种类

（一）CO_2激光

CO_2激光是波长为10600nm的中红外激光，输出功率可高达650W，不能很好地用光传输，在牙髓病治疗上很受限制。

（二）Nd:YAG激光

Nd:YAG激光（Neodymium:Ytrium-Aluminum-Garnet,掺钕钇铝石榴石）激光是波长为1064nm的近红外激光，不可见，输出功率可达100W，可由石英光导纤维传输同时用红色光（多为HeNe激光）指示光路。九十年代初，脉冲型Nd:YAG激光开始应用于牙科，由于可以间断发射激光而大大减少了热量积累，避免温度过高，从而减少了损伤邻近组织的几率，因此比连续型Nd:YAG激光得到更广泛的使用。

（三）Er:YAG激光

Er:YAG激光（Erbium:Ytrium-Aluminum-Garnet,掺铒钇铝石榴石）是波长为2940nm的近红外激光，该波长处于水的一个吸收峰（2950nm），因此对水的吸收系数较大（比Nd:YAG激光大800倍），当其作用于组织时，光照射处组织所含水分处吸收大量热，热量不能向周围传递很远，于是局部升温不高、对组织的热损伤很小。但是不能用光纤传导，使用上受到限制。

（四）Ho:YAG激光

Ho:YAG激光（Holmium:Ytrium-Aluminum-Garnet,掺钬钇铝石榴石）是波长为2130nm的近红外激光，该波长接近水的另一吸收峰（1960nm），对水的吸收系数较大，对组织的热损伤较小，可由石英光导纤维传输。

（五）准分子激光

准分子激光（Excimer-Laser）是以稀有气体卤化物（ArF、XeCl、KrCl、XeF）为工作物质的一种脉冲激光，波长是从真空紫外线到可见光区域其作用原理是组织表面（1μm 左右）吸收紫外光，分子能打裂分子键，长链分子会被打碎成挥发性碎片，然后再从表面烧蚀掉。整个过程未达到热扩散所需时间，所以对组织没有热损伤。

（六）氩离子激光

氩离子激光是一种波长在可见光范围内的激光，医学上常用波长 514.5nm 的绿光和波长为 488nm 的蓝光，可用光纤传输,连续输出功率可达 10W。

激光在牙体牙髓根尖周疾病诊治中得到广泛的应用，不同类型的激光在牙体牙髓疾病的应用范围存在不同，见表 19-1。

表 19-1　不同激光在牙髓根尖周病中的应用

适　应　证	激光类型
牙髓活力测试（激光多谱勒）	HeNe,Diode 激光
深龋治疗去龋备洞	CO_2,Nd:YAG 激光
根管消毒	Nd:YAG, Ar,CO_2,Ho:YAG 激光
活髓切断术	CO_2,Nd:YAG 激光
根管预备	Excimer,Nd:YAG,Er;YAG 激光
根尖封闭	CO_2,Nd:YAG 激光
热塑牙胶根管充填	CO_2,Nd:YAG 激光

由于激光在应用于牙髓治疗时，不易到达根管内，因此使用不同类型的激光采用的传导系统不同（表 19-2)。

表 19-2　不同类型激光在牙髓病治疗中应用的激光传输系统

激光类型	传输系统
CO_2 激光	反光镜、凹槽型传导纤维
Er:YAG 激光	反光镜、凹槽型传导纤维
Nd:YAG	凹槽型传导纤维
Ho:YAG 激光	凹槽型传导纤维
HeNe 激光	凹槽型传导纤维
XeCl-Excimer	凹槽型传导纤维

二、激光在牙髓治疗的作用机制

作用于根管或牙髓的激光辐射对牙髓的作用与激光对口腔其他软组织的作用机制一样，主要利用激光对生物组织产生瞬间高强度光热作用、光化学作用、光电磁作用，使组织瞬间气化、熔融或凝固，达到封闭牙本质小管、切割软组织、杀灭细菌消除炎症以及凝固止血之目的。然而，牙髓组织位于被牙本质包围的中央，其再生潜能非常低。激

光对牙髓组织和牙本质的作用分为直接作用和间接作用。根据所用激光的类型、能量参数，在牙髓切断或根管预备时，激光对根管系统的直接辐射作用可引起牙髓软组织和根管壁的牙本质发热、凝集、炭化、气化、切除。激光对牙髓的间接作用在于通过传导的激光能使牙本质加热或脱水，或者通过光声作用直接损伤成牙本质细胞突。激光对牙髓的间接作用可引起牙髓充血或坏死。牙髓充血时间过长导致牙髓变性如增加牙本质形成或引起牙髓局部性坏死。这种病理性改变可导致牙髓不可逆性损伤以及髓室和根管变窄，增加根管治疗的难度。

三、激光在牙髓病治疗中的应用

主要是降低牙本质的通透性、根管预备、清洁和消毒以及牙根末端的外科手术。

（一）降低牙本质渗透性

采用 CO_2 激光和 Nd:YAG 激光使牙本质表面熔融达到降低牙本质通透性的目的。有学者报道处理后的牙本质通透性降低，也有学者报道处理后的牙本质渗透性增高，这可能与所使用的激光类型和能量有关。当用 Nd:YAG 激光 10W，脉冲 2 次/秒时，可见根管壁产生不规则的钙化物使牙本质小管封闭。也有学者采用 Nd:YAG 激光 1.9W 和 3.0W 照射根管壁时,扫描电镜观察发现根尖部牙本质熔化,硬组织内蛋白变性,出现炭化、龟裂，激光冷却阶段牙本质产生裂缝，熔融的牙本质再固化时沉积在牙本质小管内封闭小管口。激光剂量增大时，出现熔化的牙本质断裂，小管口重新开放。使用氯化氙激光可以封闭牙本质小管。

（二）根管预备

利用激光进行根管预备能有效地清洁根管壁。在进行根管清理过程中，可选用气-水冷却的 Nd:YAG 激光，能量 0.75~1.7W，脉冲 15 次/秒,可将根管壁上的碎屑和玷污层去除，清除根管内残留的坏死牙髓组织及其分解产物，软组织蒸发气化。当能量达到 $1J/cm^2$ 时,熔化牙本质,封闭牙本质小管,使根管内清洁干净。也有研究报告使用 Nd:YAG 激光不当，可引起牙周组织坏死和牙槽骨粘连。氩激光配合根管预备常规冲洗，可提高根管壁的清洁度。

（三）根管消毒杀菌

在离体实验中用 Nd:YAG 激光照射接种有链球菌的牙根管，当用功率大于 10W 的激光照射大于 3 秒时可抑制根管内 68%的细菌活性，大于 5 秒则可杀灭 99%细菌，因此在采用 Nd:YAG 激光消毒根管时，所用能量为 10W，照射时间 5 秒。

（四）根管内髓石的清除

根管内髓石的存在，常常影响根管治疗术的质量，处理比较困难。有报道位于根管内的髓石，可用极细的光导纤维伸入到根管内髓石的部位，用脉冲 32 次/秒，波长 504nm 的激光照射，可将髓石雾化消失。

（五）根管内残余活牙髓的处理

利用 Nd:YAG 激光处理新鲜拔除的含有牙髓的根管根冠 1/3 时，牙髓组织被完全气化去除。其原理可能为激光使牙髓组织蒸发、溶解或贴附在硬组织表面。

（六）根管充填中的应用

在根管充填时，采用氩激光、Nd:YAG 激光、以及 CO_2 激光软化牙胶。然而令人遗

憾的是在软化牙胶过程中牙根外表面温度显著增高。离体实验牙根外表面温度可升高10.3℃~14.4℃，由此推测人体内应用激光软化牙胶可引起牙周膜内温度升到47.3℃~51.4℃，这还未考虑因牙周组织为有色组织所吸收的能量，以及辐射散射对牙周组织的损伤。

第二十章 牙体牙髓病治疗的特殊处理

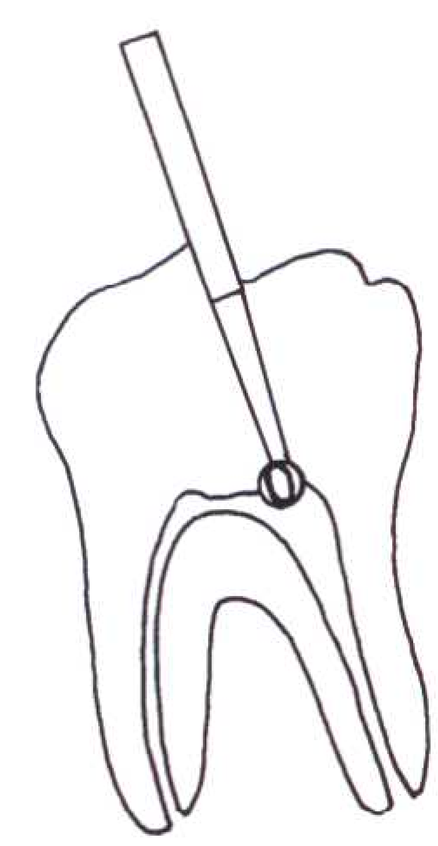
在牙体牙髓病的治疗过程中，由于诊断、治疗方法的选择、修复材料、病情发展等局部或全身因素，可造成治疗效果不佳或失败，这种情况一旦发生应立即予以处理。

第一节 疼 痛

治疗后最常见的不适是疼痛。造成疼痛的原因是多方面的，可能与诊断、治疗、精神等因素有关。

一、意外穿髓

在洞形制备过程中，由于对髓腔解剖结构不熟悉、解剖结构变异等原因使健康牙髓暴露（图 20–1）。发生意外穿髓时，患者会感到尖锐疼痛，有时也可能没有任何感觉，必须十分注意。检查洞底可见粉红色或鲜红色的小点或小孔，探诊极其疼痛。


图 20–1 意外穿髓

1. 原因 对髓腔解剖知识掌握不足，髓腔状况与患者年龄、患牙牙龄、疾病类型有密切关系。乳牙和年轻恒牙的髓腔大，髓角高，特别是乳磨牙的近中髓角一般都较高；急性龋软化牙本质多，修复性牙本质薄。备洞时，术者应心中有数，注意窝洞深度。

髓角变异：一般牙髓的髓角约在釉牙本质界内 4~5mm，偶尔也有髓角在釉牙本质界内 1~2mm，甚至接近釉牙本质界的情况，这种髓角的变异不易防范。术前的 X 线片可帮助了解髓角的情况。

重度磨耗：老年人的牙体硬组织大部分被磨耗，髓腔离𬌗面的距离缩短，易导致意外穿髓。

对急性龋，最好选用适当的锐利的挖器逐层去除软龋。对慢性龋，应选用大号球钻慢速提磨。切忌用涡轮机去除深洞软龋。深洞不应把洞底制平而应垫平。制洞过程是很精细的手术，必须十分小心谨慎，以免穿髓。

2. 处理 意外穿髓多为正常牙髓，其处理视患者年龄、患牙部位和穿髓孔大小而选择不同的治疗方法。新生恒牙，血运丰富，先用温热的生理盐水充分冲洗洞底，吸干，不能用治疗台上的气枪吹，因为气枪头有可能污染，然后行直接盖髓术。

成年人如穿髓孔直径在 1mm 以内，先冲洗干净，再行直接盖髓术；如穿髓孔直径大于 1mm，前牙行牙髓摘除术，后牙可行牙髓切断，以后再进行根管治疗。

老年人或全身情况较差者，应行牙髓摘除术。

二、牙髓性疼痛

（一）激发痛

充填后，牙齿可出现由过冷或过热温度引起的疼痛，刺激去除后疼痛立即消失，称为激发痛。检查可见充填体完好，叩诊不痛，温度测试表现为一过性疼痛，去除刺激疼痛即消失。

1. 原因　备洞过程中产热过多、冲洗窝洞的水过冷及用涡轮机钻牙过久产生的负压等物理刺激激惹牙髓，致牙髓充血。中、深龋未垫底，直接汞合金充填未垫底或垫底材料选择不当，可传导冷、热刺激；复合树脂直接充填；深龋直接用磷酸锌粘固剂垫底；深洞消毒时选择刺激性强药物，刺激牙髓，皆可造成对牙髓的化学刺激而激惹牙髓。

2. 处理　对备洞产热或消毒药物刺激引起的疼痛，如果疼痛程度随时间增长而明显减轻，则可不予处理，嘱患者暂时避免过冷过热刺激；如果疼痛持续，无减轻趋势，或甚至加重，应去除充填物作安抚治疗，待症状消除后，重新作永久充填。对垫底不良或未垫底引起的疼痛，如果疼痛不严重，可去除原充填物，直接重新垫底充填；如果疼痛程度较重，则先作安抚治疗，待症状缓解后再垫底充填。

（二）电流刺激牙髓痛

1. 原因　新近用汞合金充填的牙，在与对殆牙接触时出现短暂锐痛，脱离接触或反复咬合多次后疼痛消失。检查可见患牙相对的牙齿有不同金属的修复体或充填体。当上下牙接触时，唾液作为导电介质将两种具有不同电位的金属连在一起，形成电位差，产生电流而引起，称为流电现象。

2. 处理　去除汞合金充填物，用复合树脂非导体类材料充填，或改作同类金属固定修复，疼痛症状即可去除。

（三）自发痛

充填治疗后，无任何刺激患牙出现阵发性尖锐疼痛，温度刺激可诱发或加重，刺激去除后疼痛仍在，患者不能定位，以夜间发作最明显，称为自发痛。应考虑为急性牙髓炎。

1. 原因　近期出现的自发痛原因包括：对牙髓状况判断失误，深龋洞已有牙髓炎症状，或慢性闭锁性牙髓炎，或牙髓坏死，或牙髓已有穿孔或制洞时有意外穿髓，但充填时未能发现；深龋直接以磷酸锌水门汀垫底，或深龋直接以复合树脂修复，充修复材料或残余单体对牙髓产生刺激。

远期出现的自发痛可能是导致激发痛的各种原因严重或持续时间长，或未作及时处理，引起牙髓反应加剧；窝洞预备过程中，病变组织未被清除干净，出现继发龋并波及牙髓。

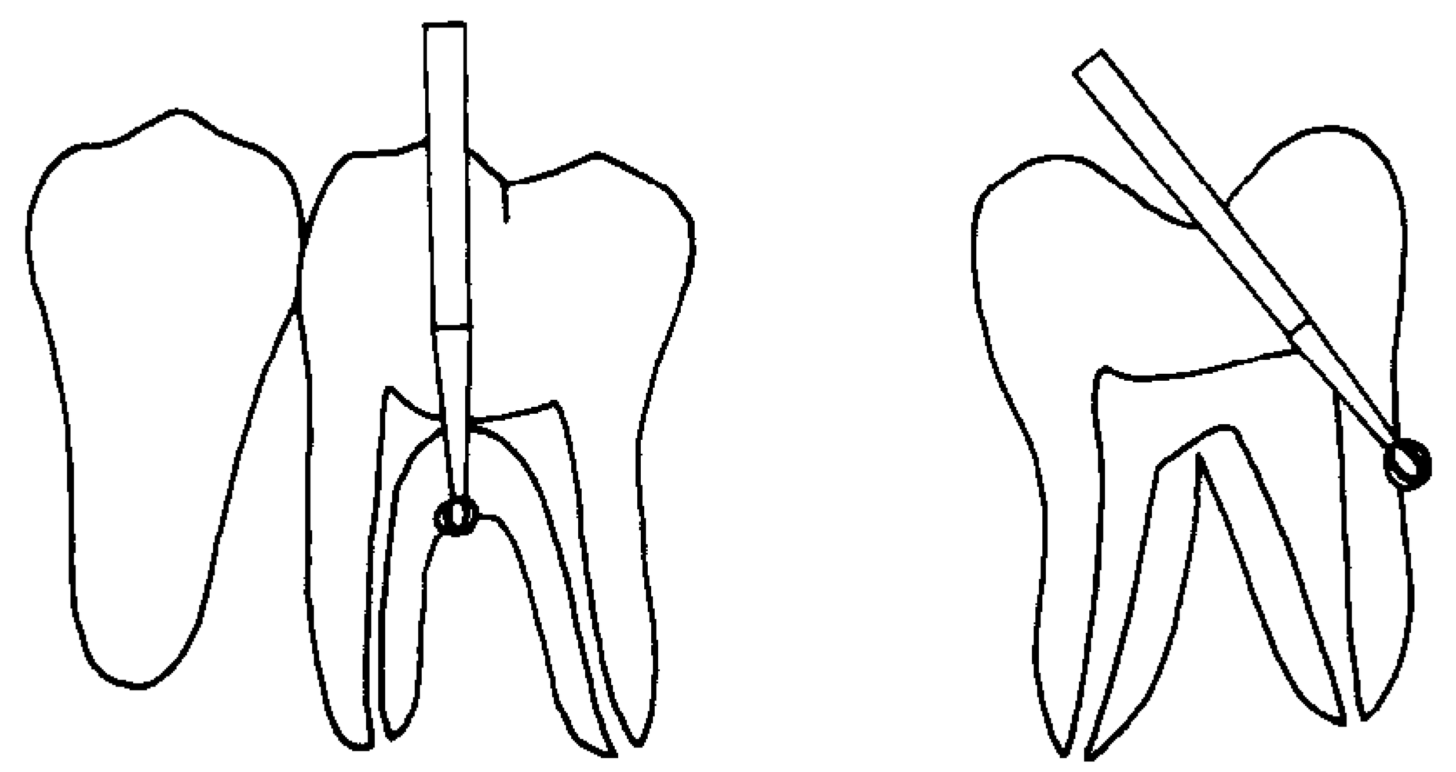
2. 处理　立即去除充填物，开髓引流，待症状缓解后根据病人年龄和牙髓情况选择适当的牙髓治疗方法。

三、根管治疗期间的疼痛

1. 原因　在根管治疗过程中，包括根管治疗期间及根管充填后，由于种种原因，

都可能发生疼痛与根尖区的肿胀，统称为根管治疗中的急性发作。轻者，患者可有疼痛反应，检查患牙可有叩痛，轻度松动，根尖区压痛；重者，患者疼痛反应剧烈，患牙可有明显叩痛与松动，局部肿胀，导致急性蜂窝组织炎。

根管预备不当被认为是发生根管治疗期间疼痛的最主要原因：开髓过程中髓底穿通或侧穿（图 20-2）；未能正确确定根管工作长度，根管预备过程中根管器械超出根尖孔，进入根尖周组织，既可造成根尖周组织的机械性损伤，同时也将根管内感染物质带入根尖周组织；根管预备方法不当，采用常规方法预备根管，由于根管器械在根管内的“活塞”作用，使根管内含有细菌和内毒素的碎屑挤压出根尖孔，加重病情。



髓底穿通　　　　侧穿

图 20-2　髓底穿通或侧穿

根管冲洗时，针头进入根管太深，加压力量过大过急，都可能使次氯酸钠与过氧化氢等冲洗药液通过根尖孔，进入根尖周组织，造成机械性与化学性的刺激。

根管内封药时选择药性过强，浓度过高的药物消毒根管，封药时药液过多，都可造成对根尖周组织的刺激，引起封药后疼痛。

无论是牙胶尖或根管糊剂的超填，都可能刺激根尖周组织，引起疼痛和根尖区的肿胀，或者患牙尚有渗出或叩痛时就充填，也易造成根充后的疼痛。

2. 处理　根管冲洗不当引起的疼痛反应，在治疗后一段时间即可消退。根管内封药不当，可选用刺激性较弱，并有安抚止痛作用的药物，如樟脑酚、麝香草酚等。药物不宜过多，送入根管前，应用纸尖吸去过多药液。

根管治疗期间，疼痛轻微者，给予抗菌止痛药物，观察数天，症状可消退；重者，应开放髓腔，保持引流，降低咬𬌗，全身给予抗菌止痛药物。如发生脓肿，应切开排脓，放置引流条，减轻症状，促进愈合。

根管充填后症状轻微者，可予以观察，通常在 24~48 小时后，症状会减退；症状较重，疼痛反应明显，应给予抗菌止痛药物。若已形成骨膜下或粘膜下脓肿，应切开引流。

由于超填引起术后反应，可根据超填的程度给予不同处理：主牙胶尖轻度超填（1mm 以内），可予以观察，并给予抗菌止痛药物，一般数天后症状可消退，并不影响根尖周组织的愈合；主牙胶尖超填较多（2mm 或 2mm 以上），应拆除原有根充物，重新充填，并给予抗菌止痛药物，以消除超填刺激所带来的症状；如果为根管糊剂超填，一般无需取出，亦无法取出，给予抗菌止痛药物消除症状，如果根管糊剂为碘仿糊剂或氢氧化钙类，远期可吸收消散。

四、干髓术治疗期间的疼痛

（一）封失活剂后的疼痛

封失活剂后，在正常情况下可能出现不同程度的疼痛，但疼痛不剧烈，数小时后即消失，此点在封药前，应向患者解释清楚，并可事先给止痛剂。若封药后发生剧烈疼痛，多因牙髓充血严重，穿髓孔处出血过多，使髓腔内压力增大而引起。

牙髓暴露后，如发现渗血很多，尤其是患有高血压的患者，最好先放安抚止痛药物，待1~2天后，充血及急性炎症缓解后，再封失活剂。

封药时压力不要过大，暂封所用氧化锌丁香油粘固粉应较软，既便于密封，又不会产生过大压力。殆面洞可在失活剂上加一小棉球以减压。封药前，用50%酚剂涂擦露髓孔，可使牙髓暴露面被麻醉，并且易于止血，还可减轻术后疼痛。若封药后发生剧烈疼痛，首先可用一般止痛措施，如针灸或服止痛药。如果一般止痛法仍不能缓解疼痛者，应除去暂封药物，窝洞内放安抚止痛剂，如丁香油、樟脑酚等。若经此处理若疼痛立即缓解，可以重封入失活剂，但应当注意封药时切忌加压；若经开放处理疼痛不能缓解，或第二次封药后又疼痛，则不能封药，应当放安抚止痛剂于洞内，开放1~2天后再行封药。

（二）失活剂引起的牙周组织坏死

多由邻面龋洞封药时有泄漏，造成牙龈乳头及其深层组织的坏死。封药后未能将龈壁严密封闭，或药物直接与龈组织接触。例如封药时，洞壁不干燥，龈壁与暂封物之间存在小裂隙，失活剂有极少量通过小裂隙作用于牙龈，可引起龈组织轻度坏死。坏死的牙龈充血、水肿，呈暗红色，探时易出血，无痛觉，但探入深部即有痛感。患者自觉有胀痛、咬殆痛。

若封药时不慎将失活剂推离穿孔处，直接与龈组织接触时，则不但引起龈乳头坏死，还可以引起一部分牙槽骨坏死，牙齿松动，甚至造成化学性骨髓炎。这时牙龈乳头肿胀，探时无感觉，探到骨面亦无感觉，患牙肿痛明显，严重时不敢咬殆。因此，在取出失活剂时，应当仔细检查是否取尽。

若牙龈乳头仅表面坏死，可用锐利挖匙除去坏死部分，操作时注意防止发生感染。以3%过氧化氢液冲洗后，涂以碘甘油等碘制剂即可，因为砷剂可与碘结合成为较稳定的碘化物，而防止砷剂对深部组织的继续作用。若不仅牙龈，连牙槽骨亦有部分坏死时，应将牙龈及骨面的坏死组织全部除去，直至刮到骨面有感觉为止，用1%~3%双氧水冲洗，擦干后，于创面上敷以碘仿糊剂，或将碘仿细纱条置于牙间隙的创面上，然后用氧化锌丁香油粘固粉覆盖在碘剂外面，以便维持碘剂接触创面。创面敷用碘剂，不但可以与组织内已进入的砷剂结合变为安全的沉淀物，还可以保护创面，防止继发感染，促进愈合。开始时，2~3天换药一次，以后即可1~2周换药，直到骨面上有龈组织覆盖为止。失活剂引起的这种严重灼伤，往往给患者带来长时间的痛苦，有时创面需要数周才能痊愈，而且由于牙槽骨不易再生，因而造成牙间隙过大的后遗症，易嵌塞食物及邻牙根面过敏。故操作时，应当细心谨慎，避免发生。

（三）失活剂引起的药物性根尖周炎

用砷剂失活时，由于其作用无自限性，能继续扩散到深部组织。若封砷剂时间过长，则会发生药物性根尖周炎。主要症状表现为咬殆痛，不敢对殆，牙齿有伸长感，有

时牙齿松动，叩痛明显。严重者引起根尖周组织坏死，甚至引起药物性骨髓炎。

主要原因是封药时间过长，患者未按时就诊。患牙侧支根管位置较高，药物易扩散到牙周组织。乳牙或青年恒牙，根尖孔粗大，牙髓血运丰富，用药不当，药物极易扩散到根尖周组织。

若已发生化学性根尖周炎，则应立即拔除全部牙髓，用生理盐水洗净，于根管内封入碘仿糊剂或其他碘仿制剂。亦可用砷解毒剂——二巯基丙磺酸钠溶液冲洗及封入，或封入氢氧化镁，使与化合为亚砷酸镁的沉淀以解毒。

（四）干髓术治疗后的疼痛

干髓治疗后 1~2 周可出现轻微的咬狯痛，多因干髓过程中的组织反应所致，可向患者解释，并继续观察。若症状逐渐消失，则不需要处理；若症状加重，则应进一步检查分析，按情况作以下处理：

1. 患者有咬合痛、叩痛　检查时牙龈无红肿及其他异常，但见银汞合金修复体上有亮点时，说明为修复体过高的创伤合所致，只需调狯即可好转。

2. 有冷热刺激痛而无其他不适　可能因牙髓失活不全或未达到干髓化，可以继续观察，暂不作处理，因干髓剂继续作用，则症状可以消失。

3. 残髓炎　有冷热刺激痛、轻微叩痛和夜间痛，温度试验也引起疼痛时，则为牙髓未完全失活而引起的残髓炎。这种情况下，应重新开髓；若疼痛出现在治疗后近期，牙髓组织未完全坏死，可以重新失活，完成干髓治疗。若牙髓不成形，或在治疗的远期才出现疼痛，则应改作牙髓塑化治疗或根管治疗。

4. 病例选择不当　治疗后近期出现咬合痛、严重的叩痛，甚至根尖部牙龈红肿等情况，则可能是选择病例不当。如根髓已感染或根髓在失活前已有一部分坏死，本应采用牙髓塑化治疗或根管治疗而采用了干髓治疗。也可能因治疗操作过程中，未将感染的冠髓除净或将感染带入根髓，引起根尖周炎。若治疗后远期才发生龈红肿、叩痛等症状，除因治疗前对牙髓状态缺乏正确的判断外，还可能由于干髓剂失效、全身抵抗力降低、残留的根髓继发感染而引起根尖周炎。若发生根尖周炎，则按根尖周炎的治疗原则处理。

五、牙髓塑化治疗后的疼痛

牙髓塑化治疗后，一般不出现疼痛、肿胀等症状，只有在选择适应证不当或操作不当时，才易出现并发症。有的病例在塑化后数日内出现轻微咀嚼痛，叩诊不适感，可能是极少量塑化液超出根尖孔，刺激牙周膜发生的反应，一般数日即愈，可不加处理。发生下列情况时，则应处理。

（一）残髓炎

牙髓炎的患牙经塑化治疗后仍有自发痛、冷、热刺激痛时，应考虑为残髓炎，主要原因是根尖部尚有残髓未完全被塑化。因此操作时应注意不要遗留过多残髓，诱导塑化液时应当尽可能深一些，在不超出根尖孔的情况下，使残髓能为塑化液所固定。

若操作时未将所有根管找到，遗留未加处理的活牙髓时，也会产生残髓炎，例如上颌第一前磨牙易遗漏舌侧根管，下颌第一磨牙易遗漏远中颊根管。在过于细小的根管，器械不能进入近根尖部时，可先使牙髓失活后再行塑化。

若已发生残髓炎，则应除去修复体，重新作塑化处理。

（二）急性根尖周炎

治疗后出现急性根尖周炎，多为选择治疗时机不当所引起，例如慢性根尖周炎已有急性发作的趋势，原无自觉症状，就诊时已出现轻微叩痛，未加以适当处理、观察，即行塑化，术后则易发生急性根尖周炎。又如慢性牙槽脓肿有反复肿胀病史着，全身健康情况不良者，都容易在术后发生急性根尖周炎。

器械超出根尖孔，过多的机械预备可使感染扩散到根尖孔外，而且根尖部通畅后，塑化液易流出根尖孔，引起化学性根尖周炎。或诱导塑化液时进行加压，导致塑化液外流致根尖周组织，引起根尖周炎。

并发急性根尖周炎时，应按急性根尖周炎的治疗原则处理，待急性炎症消退后，再根据具体情况处理。

六、牙周性疼痛

（一）咬合痛

充填后，患牙咬合时引起钝痛，不咬物则不痛，与温度刺激无关。

多由于充填物过高，咬合时出现早接触，牙周膜的调节失去平衡，引起牙周创伤。检查时汞合金修复体有亮点，复合树脂修复体可用咬合纸检查出高点。

仔细检查修复体高点，及时磨除高点，可很快消除症状。

（二）持续性自发痛

持续性自发痛一般可以定位，与温度无关，咀嚼可加重疼痛。

粘接修复时，酸蚀液过多、刺激牙颈部牙骨质、牙周膜或消毒药溢出灼伤牙龈。修复体在颈部形成悬突，压迫牙乳头，刺伤牙龈，造成牙龈发炎出血肿胀，时间长可致牙槽嵴吸收，牙龈萎缩。邻面接触点恢复不良：接触点恢复不够，食物嵌塞，压迫龈乳头，引起牙龈炎、牙龈萎缩等；邻面接触时恢复过凸，接触过紧，咬合时，牙间出现楔力，使牙周膜过度牵张，出现疼痛。

轻度牙龈炎，可局部冲洗，上碘甘油。立即去除悬突，清除局部刺激物，或去除邻面修复体重新充填。在充填时应注意成形片的选择和放置，牙颈部小楔子必须安放妥帖。同时作局部牙周冲洗。充填后检查充填体的邻接，若接触过松或过紧，应重新充填或用固定修复以恢复正常接触关系。

第二节 器械折断

根管器械极为精细，虽然有一定弹性，但使用不当时，仍可能折断于根管中，术前应仔细检查，若器械已生锈，有裂痕和已失去弹性等，则不宜使用。

一、原　因

器械使用前未检查有是否生锈、裂痕、弹性好否。根管预备器械使用时间过长或使用过度，已出现裂痕，螺纹拉直，甚至出现螺纹逆转，再继续使用往往可导致器械折断于根管内。使用器械时，操作技术不当，旋转角度太大，或连续回旋，或遇阻力时强行

开扩，或将器械插紧在根管中后再旋转；未按照常规由细到粗循序使用器械都可能导致根管扩大器械折断。将拔髓针进入弯曲细小根管较深部位，往往不能退出，而导致拔髓针的折断。

二、处　理

发生根管折断后应拍 X 线片，检查器械折断的情况，尽可能将折断于根管内器械，从根管口取出。器械折断在根管口时，可用小球钻将根管口稍扩大，再用镊子夹出。

折断在根管中部又不能取出的，可推至一侧，再继续进行治疗，或可加强根管消毒，采用液体剂充填根管；如果已填塞根管，根尖周又有病变的则须考虑经倒充填术再植或拔牙。

折断在根尖部的，可利用作充填物，并加强消毒，以后观察反应；如已发生根尖周病变或原有病变未愈合，则应考虑切除根尖或行再植术；这种病例每 6 个月应拍 X 线片检查一次，至少随访 3 年。如果器械折断已超出根尖孔，则须切除根尖、行倒充填术或拔牙。

近年来根管内折断器械用超声仪取出，国内外均有报道，成功率 55%~79%。所采用的技术是超声根管治疗仪与根管探测系统联合应用。有两项操作程序：一是在旁侧打一个辅助通道，二是使破折物松动，这两项技术是分开进行的，它要求有单独的仪器设备及单独的操作技术。辅开新道是在根管堵塞的情况下由根管探测仪协助，在破折物与根管壁间隙提供一个新的通道，然后沿此通道伸入超声根管器械加大声波振动，随之破折物振松，被器械带出。折断扩大器械取出法：明确扩大针在根管内折断的确切位置后，采用 15 号手用扩大针，在断针与根管壁之间形成约 1.5mm 通道;换用 15 号或 25 号超声扩大锉进入后，将超声功率加大，轻轻上下移动，幅度在 0.5~1mm，并同时保持足够的冲洗液不断冲洗，直至断针随冲洗液漂出，或被扩大锉带出。

一旦器械折断于根尖部，难以取出，而未超出根尖孔，可改做牙髓塑化术。

第三节　修复体折裂松脱

修复体折裂松脱是指充填物在口腔内经过一段时间后发生折段或松动脱落。

一、原　因

洞形制备没有设计足够的抗力形和固位形，洞的深度不够或垫底太厚，使修复材料太薄，不仅固位差，且材料的抗力也低。洞形的抗力形制备不足，龈壁太窄或向根方倾斜，龈壁上残留病变组织，龈壁未作平整，轴髓线角尖锐，邻𬌗洞的𬌗面鸠尾与邻面洞大小不协调，鸠尾峡过浅过窄，洞底不平等。洞形的固位形制备不足，洞口大于洞底，未形成盒状，鸠尾峡过宽，双面洞无梯形固位，严重缺损者未作附加固位等。

修复材料调拌中各成分比例不当，或调拌时间过长，或唾液、血液、水分等渗入，严重影响材料性能，导致强度下降或脆性增大。

修复填材料时未将材料填入洞底倒凹等固位型区，充填压力小，未紧密充填；银汞合金未及时压除余汞；粘结面不干燥或不清洁或材料出现气泡等。充填材料未充分固化

之前机械强度差，易咬折；充填体有早接触，局部承受过大压力而咬折。

二、处　理

去除原残存的充填物，分析原因，针对洞形存在原因，修整洞形，重新按照正规操作完成洞形的充填。

第四节　牙齿折断

牙体牙髓病治疗中和治疗以后都容易发生牙齿折断，简称牙折，可分为冠折与根折，下面分别叙述。

一、冠　折

冠折可为部分折裂，有的则为牙冠一分为二（图 20-3）。

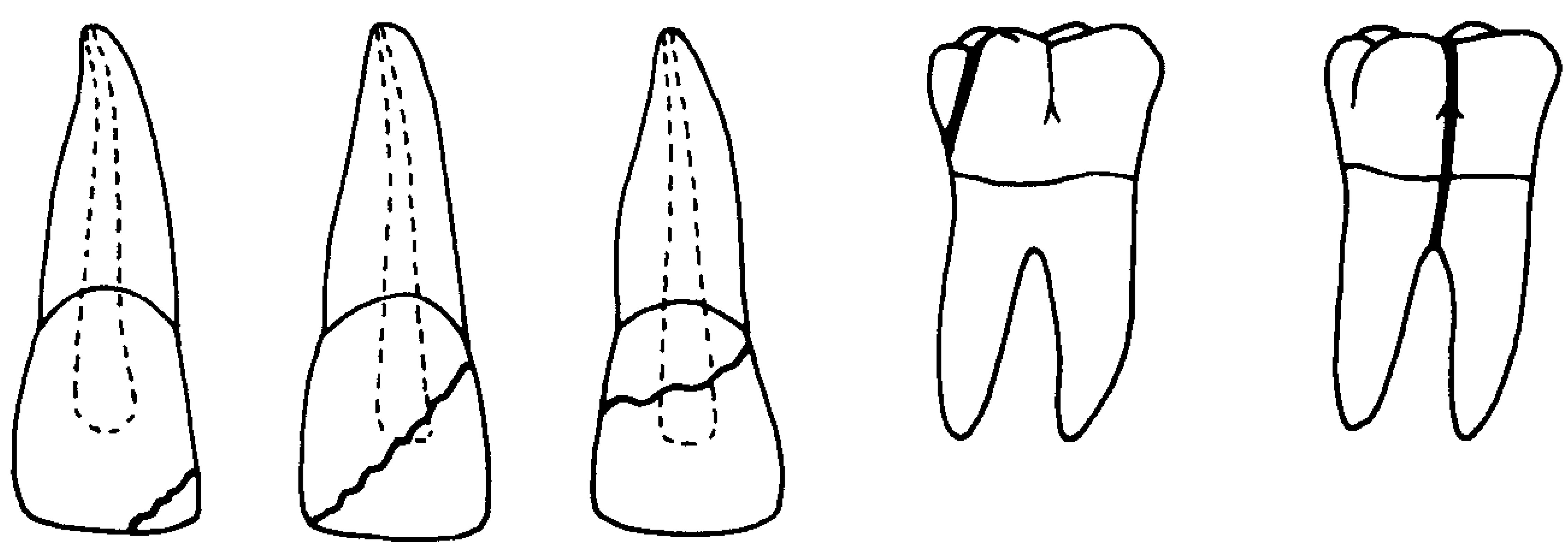


图 20-3　冠折

1. 原因　牙体牙髓病治疗中冠折多因牙体组织破坏范围较大，或已是残冠，去龋开髓后，进一步削弱牙体组织强度，咬物时稍有不慎，即易导致冠折。医生在寻求根管入口的过程中，过多的磨除牙体组织，亦易引起冠折。牙体组织破坏较大的牙，在去龋开髓后，未进行适当调殆。

修复后牙体折裂主要是由于牙体组织本身的抗力不足所引起的，牙体缺损较大，出现薄壁弱尖，未作适当的降低咬合处理。洞形制备时，点、线、角太锐利，引起应力集中；磨除过多健康牙体组织，削弱牙体组织的抗力；未去除洞壁的无基釉或备洞时产生新的无基釉。洞形修复后，修复体过高、过陡，侧向运动时受力过大；有咬合高点，咬合时应力集中。修复材料过度膨胀，例如汞合金在固化过程中与水接触所造成的延缓性膨胀。死髓牙的牙体较脆，更易折裂。

2. 处理　部分折裂者可去除部分或全部修复体后，修整洞形，重新充填。如固位和抗力不够，可行粘接修复或附加固位钉修复。洞形较大、固位形及抗力形设计困难，应考虑使用固定修复。完全折裂至髓底应拔除。

二、根　折

过度根管预备及侧压充填引起的根折，可为水平性根折（图 20-4）或垂直性根折，

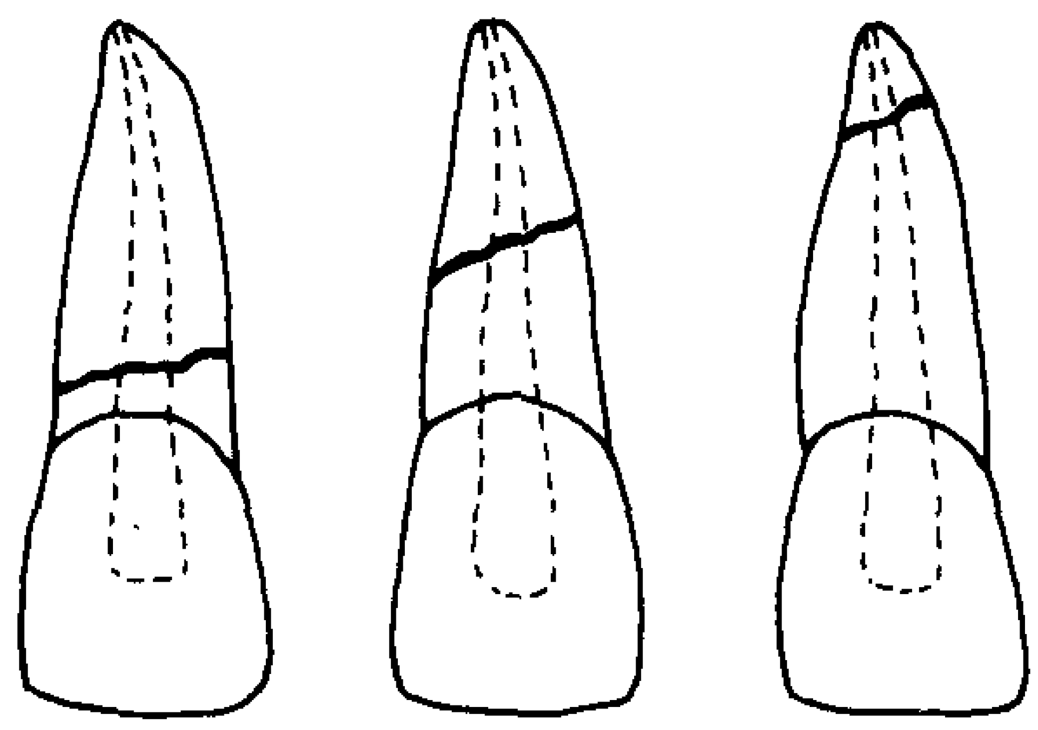


图 20-4　水平性根折

即纵折。牙根纵折往往是从根管壁开始，逐步向根面扩展；从根尖向根中甚至到牙颈部，但不波及牙冠。患牙多有咬合痛、叩痛，X 线片可见垂直向的线状透射阴影。

1. 原因　无髓牙牙本质脱水而失去弹性，牙变脆；根管扩大则可进一步削弱牙硬组织，使牙的抗折力降低，易发生牙根纵折。

无髓牙过度预备根管，因根管壁牙本质的丧失使牙根强度变弱而致根折。采用侧压技术充填根管时，侧压充填器挤压牙胶用力过大，易导致牙根纵折。无髓牙进行桩修复后发生的牙根纵折多与桩的设计有关，桩的形态、桩的直径、桩的长度、桩的表面特征等因素相关。

2. 处理　如果发生牙根纵折，则愈合困难，预后不佳，须拔除患牙。对于多根牙可考虑截根术或牙体半切除术。

第五节　继　发　龋

牙体牙髓病经充填治疗后，在洞缘、洞底或邻面牙颈部等处又再次出现龋坏，称为继发龋（secondary caries）。

一、原　　因

制备洞外形时，邻近深窝沟或可疑龋未作预防性扩展；洞缘未放在自洁区而留在滞留区；无基釉未去净或制备时产生新的无基釉，受力后碎裂，出现边缘裂缝，易滞留食屑，产生菌斑，而发展为继发龋。充填时有唾液、水分等污染，未作处理，严重影响修复体与洞壁的密合性；修复后，洞缘产生了菲薄边缘，承力后断裂，出现边缘裂隙逐渐出现龋坏。修复材料与洞壁界面间的微渗漏：充填材料硬固时本身的体积收缩小于牙体硬组织、充填材料被腐蚀或污染、未压紧及垫底不当，粘于洞缘侧壁的垫底材料被唾液溶解等原因都可造成洞壁与修复材料之间出现微渗漏。

原有龋坏未去干净，充填后也可诱发继发龋。

二、处　　理

一旦诊断为继发龋，应去除修复体，去净继发龋坏组织，按规范程序重新完成窝洞制备和充填修复。

为提高修复材料与洞壁间的密合度，适当的使用洞漆和粘接剂，降低微渗漏的发生率。可选用密合性好的材料作垫底，如玻璃离子粘固剂等；对于龋敏感患者或牙面易患龋的部位，最好选用含氟的修复材料。

第二十一章 牙体牙髓病诊治的常用器械

器械是完成牙体牙髓病治疗的必备工具，口腔医师对器械性能的熟悉和掌握程度决定着牙体牙髓疾病治疗的成功与否。本章将介绍牙体牙髓病诊治的常用器械，以期对口腔医师建立相关器械的全面认识，并对指导临床有所裨益。

第一节　常规检查器械

一、无　钩　镊

由柄和两个角形或双弯头镊瓣构成，全长 160mm，可有定位销。双弯头镊子的特定角度是为了适应口腔和牙位而设计的，镊子的喙端细长尖锐，闭合紧密（图 21–1）。

镊子可用于夹持牙冠以测定牙齿的松动度，镊柄可叩查牙齿；也可用于进行治疗操作，夹去腐败组织和异物，夹取棉球、纸尖等治疗用品。

使用中应保持镊子的尖锐及密合，喙尖不能烧灼；不要用力掰开镊瓣，以免损坏镊子的弹性。

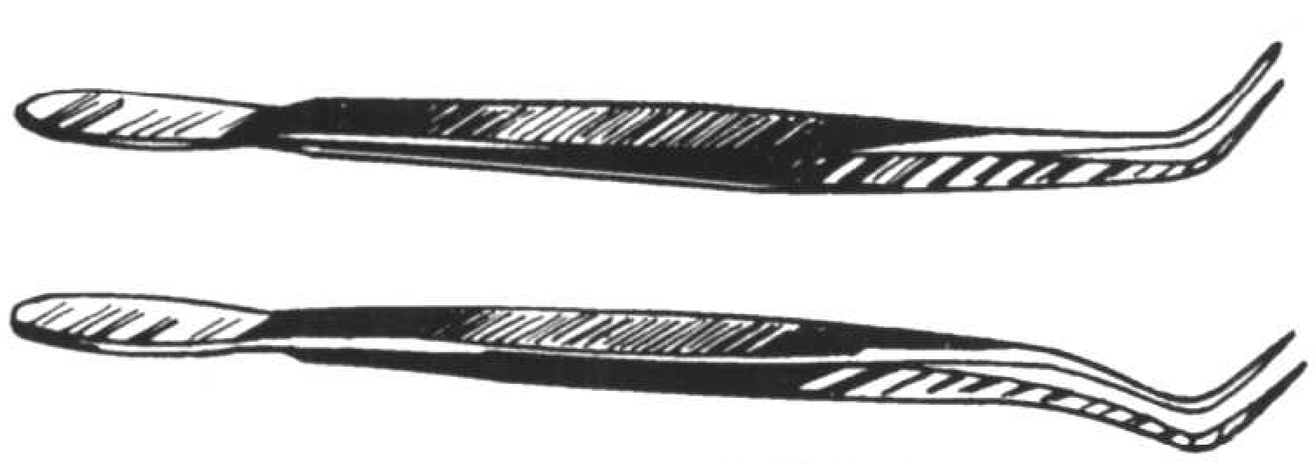


图 21–1　牙科镊子

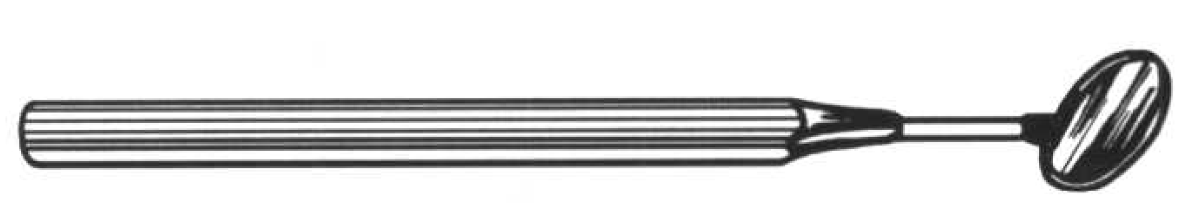


图 21–2　口镜

二、口　　镜

口镜由柄及口镜头组成（图 21–2）。口镜柄常为八角形柄，不锈钢或塑料制，长 110mm；不锈钢口镜头以螺丝螺母连接于口镜柄，可更换。口镜头可有平面和凹面两种,直径大小有 20mm、22mm、25mm、28mm。

平面镜可反射并聚光于被检查部位，以增加照明，反映被检查部位的影像，检查难以直视的部位；凹面镜能放大影像，能够提高髓腔内可见度，不会产生双影像效果，适宜在根管治疗中使用，特别有助于确定根管的位置，牵引或压唇、颊、舌等软组织，扩大视野，保护软组织；金属口镜柄末端还可以作叩诊用。

保持镜面的平整与光亮，在口腔内用石尖调磨牙体硬组织时，注意避免磨损镜面；口镜头不能用高温和（或）高压的方法消毒，以免损坏镜背面的水银涂膜；不要任意改

变口镜头与柄相交的角度。镜面有划痕污浊时应及时更换口镜头。

三、探　针

口腔科用探针由手柄与两个工作端组成，一端为大弯（镰形），另一端为双弯（双曲弯），两工作端细而尖锐（图 21-3）。有 1、2、3、4、5、6 六种型号，以 5 号较通用；另有一种单头牙探针，有 3、6、7、9、10、11、12、13、14、17、21、22、23 等 13 种，全长 150mm。

探针是金属制的触诊工具，可用于探查牙体特别是邻面缺损的范围，深浅度及硬度；发现敏感点及穿髓孔；探试窦道的方向，根分歧病变及悬突等；探测龈下牙石、牙周袋的大约深度等；用于根管口定位和探寻髓腔底、牙折；亦可用作检查皮肤及粘膜的感觉。

探针在使用中应保持其特定的弯曲度及尖端的锐利，切忌加热烧灼以免探针尖变钝，避免用力过度而损坏锐尖；禁止任意改变各工作端的角度。

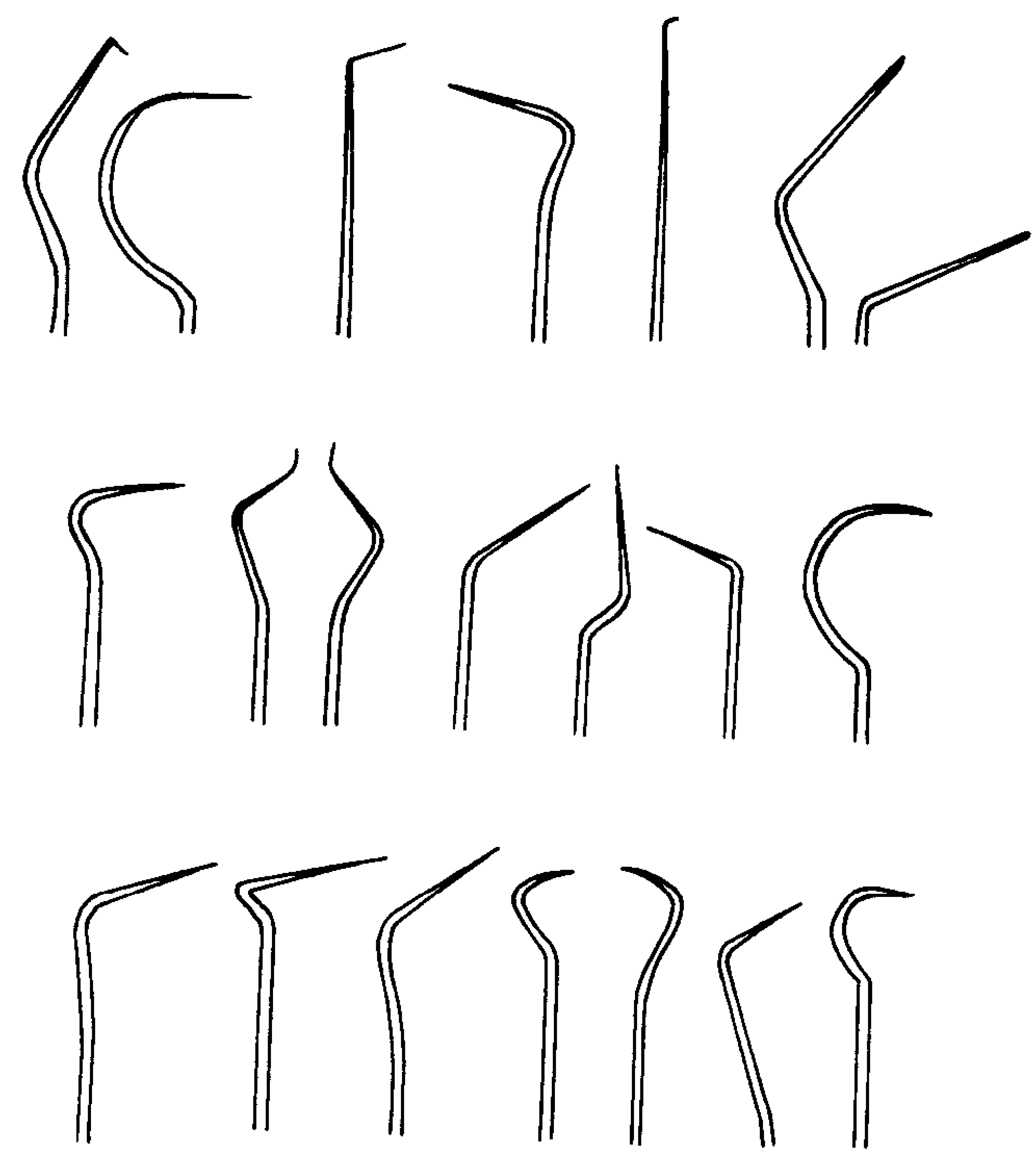


图 21-3　探针的不同工作端

第二节　特殊检查器械

一、牙本质厚度测量仪

牙体预备时用以测量牙髓表面牙本质厚度的笔式电子器械。接触牙本质时，器械显示绿色表示可以继续预备，黄色或橙色表示牙本质厚度已近最低程度，而红色则表示牙

本质厚度过低。

二、光导纤维照明器

采用光导纤维照明器的光源透照牙齿，通过牙齿透光度的不同检查其内部结构。可用于辨别活髓牙及死髓牙，诊断牙隐裂，还可用以看清根管口及根管治疗的程序等。用时将光导纤维探头置于牙齿的舌面，并应在暗室内进行。正常牙髓呈透明均匀的淡红色，死髓牙则较活体牙暗而不透明，这是因为牙髓的红细胞被破坏的缘故。由于强光源不能透过与光源垂直的牙折线，如有近中远中向的牙隐裂时，近光源的折片透明，而远离光源牙折片较暗，故可用以辅助诊断牙隐裂。

三、牙髓电测试仪

通过电流刺激牙髓内 A-Delta 感觉纤维产生反应的仪器。病人对牙髓电测试的反应并不表示其牙髓的健康或完整状况，而仅仅说明其牙髓内有活的感觉纤维存在。这些测定仪并不能提供任何有关牙髓血液供应的情况，而牙髓血液的供应才是决定牙髓活力的决定性因素。如果 A-Delta 感觉纤维有反应，就表明血液供应存在，因为这些纤维与 C 纤维不同；在缺氧环境下无法存活。认为牙髓电测试仪上显示的数字与牙髓活力的大小直接相关是错误的，例如，一颗牙通过牙髓电测试值为 2，另一颗为 10，这并不说明后者的活力比前者小 4 倍，两颗牙都可被视为活髓牙。这是因为牙髓电测试仪的数字显示是流动的，而非线性增长的。对电流反应不足，只说明缺乏神经末梢，可能被手术破坏，但不能证明牙髓失活。牙髓电测试效果不明确，一般不作为首选方法。

现有牙髓电测试仪的电流强度分为手动调节和自动增加两类，前者的电流强度和应用时间由术者调节，若掌握不好以至电流增加过快过大，可引起医源性牙髓炎；后者电流强度是自动增加的，增加速度均匀、一致，使用起来更安全和准确，结果更可靠。

使用前应将牙面擦干或吹干，用小棉球蘸生理盐水或用牙膏作电流导体放在牙面上的适当位置，并将电测器拨到“0”处。测试时把探头放在导体上，缓慢地增加电流强度至患者有反应时移开电极，记录引起反应的读数，一般重复测试 2~3 次，取平均值。

牙髓电测试仪电极或探头安放的位置很重要，应安放在牙冠唇（颊）面中部，使电流能直达其下方的牙髓内。测前牙时，电极或探头不可太近切缘，因其下无牙本质，可得假阴性结果；也不可太靠近牙龈，否则可因电流刺激牙周膜导致假阳性结果或烧伤牙龈；电极也不能直接放入龋洞或暴露的牙本质或修复体上，以免结果不准确。

假阳性反应可能与电极接触到金属的修复体、液化性坏死在牙髓活力测定仪的范围内导电、测试前未干燥牙面，唾液充当导体等因素有关。

假阴性反应可能与病人术前注入了大量止痛剂、失活剂、乙醇或镇静剂、电极未有效接触釉质、牙齿新近严重受损、根管严重钙化、新近长出的新牙，根尖尚未发育成熟等有关。

佩带心脏起搏器的病人，应禁止使用牙髓电测试仪。

四、根管内窥镜

根管内窥镜可分为两类，硬性根管内窥镜或管型内窥镜（canalscope）和纤维根管内窥镜（endodontic fiber optic endo-scope）。管型内镜尖端外径 1.2mm，视角为 53 度，可放大 40 倍，它是通过几个透镜反射传递到目镜，尖端稍粗，无可曲性，因此在根管内受到一定限制，它的最大优点是分辨力强。光导纤维内镜尖端直径分为 0.5mm 及 0.9mm 两型，成像纤维绕以光导纤维，0.5mm 型有光导纤维 1000 束，0.9mm 型有光导纤维 6000 束。视野角为 50 度，使用 12V、50W 卤素灯光源，放大 40 倍。尖端较细，可以弯曲，因此使用方便灵活，但由于尖端纤维较少因而分辨力有所下降。

根管内窥镜装有光源系统、照相系统及彩色录像系统。在使用时根管必须扩大到一定程度。插入根管内的部分要细，有较好的分辨能力，有一定的强度，在口腔内可以自由使用。

根管内窥镜是检查根管预备效果的一种较先进的设施。临床医生可通过它观察到根管壁和根尖情况，从而有利于判断根管预备效果、根管内有无异物、根管有无内吸收、根尖孔有无出血或渗出、有无根折或根裂等，大大提高了根管治疗术的成功率。

五、手术显微镜

在放大镜或显微镜下完成的手术称为显微外科手术。自 20 世纪 70 年代起，显微外科即已被引进到口腔医学领域中，并首先在口腔颌面外科修复手术及神经创伤疾病方面获得应用。80 年代以来才被应用到牙髓病学的诊治中，并被称为显微牙髓外科（endodontic microsurgery）或显微牙髓病学（microscopicendodontics）。

牙髓手术显微镜（endodontic operating microscope）的基本原理和构造与普通显微镜相似，主要由 4 个系统构成：放大系统、照明系统、影像系统及附件。手术显微镜能广泛应用于牙髓病学的每一个环节。在手术显微镜下，术者和助手可以清晰见到以前无法触及的细节，在此基础上开展各种操作，可以拓展临床治疗范围，提高临床治疗效果。

第三节　隔湿器械

一、橡皮防水障

1862 年，SC Barium 博士发明橡皮障（rubber dam），是用一块弹性良好的橡皮膜，按需隔离牙的位置，在膜上打出小孔套入患牙，利用橡皮障的弹性紧箍牙颈部，使其与口腔环境相隔离。橡皮障推广后产生了许多固位方法，1882 年 White 推荐了一种较好的冲压制孔方法。1882 年 Palmer 博士设计了一套用于每颗牙齿的橡皮障金属夹。此后推动了橡皮障螺丝夹、根夹、杠杆夹、龈缘夹、环夹、绞链夹、多用夹等各类橡皮障夹的发展。

早期使用橡皮障的目的仅是为了隔离患牙以便于放置金箔。经过多年的发展，已成

为今天用于保护牙科医生和患者的成熟设施，在牙体牙髓病治疗过程中均得到广泛使用。可以保护病人避免吸入或吞下器械、牙碎片、药物和冲洗液；隔离唾液、血液或其他组织液，获得清洁的操作区，减少根管系统的交叉感染并为防止感染物质的潜在传播提供优良的屏障；使软组织后缩并保护软组织；改善可视性；提供干燥的视野并减少口镜的雾化；提高效率，橡皮障减少了治疗过程中病人交谈的可能和频繁漱口的需要，它使病人得到放松，节约治疗时间。因此,常规使用橡皮障被认为是医疗保护的基本保证。

橡皮障应在治疗前安装好。在某些情况下，可在开髓并确定根管口以后安置。如患牙有罩冠，由于修复体的存在导致 X 线片上冠部髓腔结构模糊，牙钻不易准确开髓，此时，需在安装橡皮障之前先找好根管系统，以利于牙钻沿根的长轴前行，避免穿孔。一旦明确根管系统的部位，应立即安装好橡皮障。

（一）橡皮障系统的组成（图 21-4）

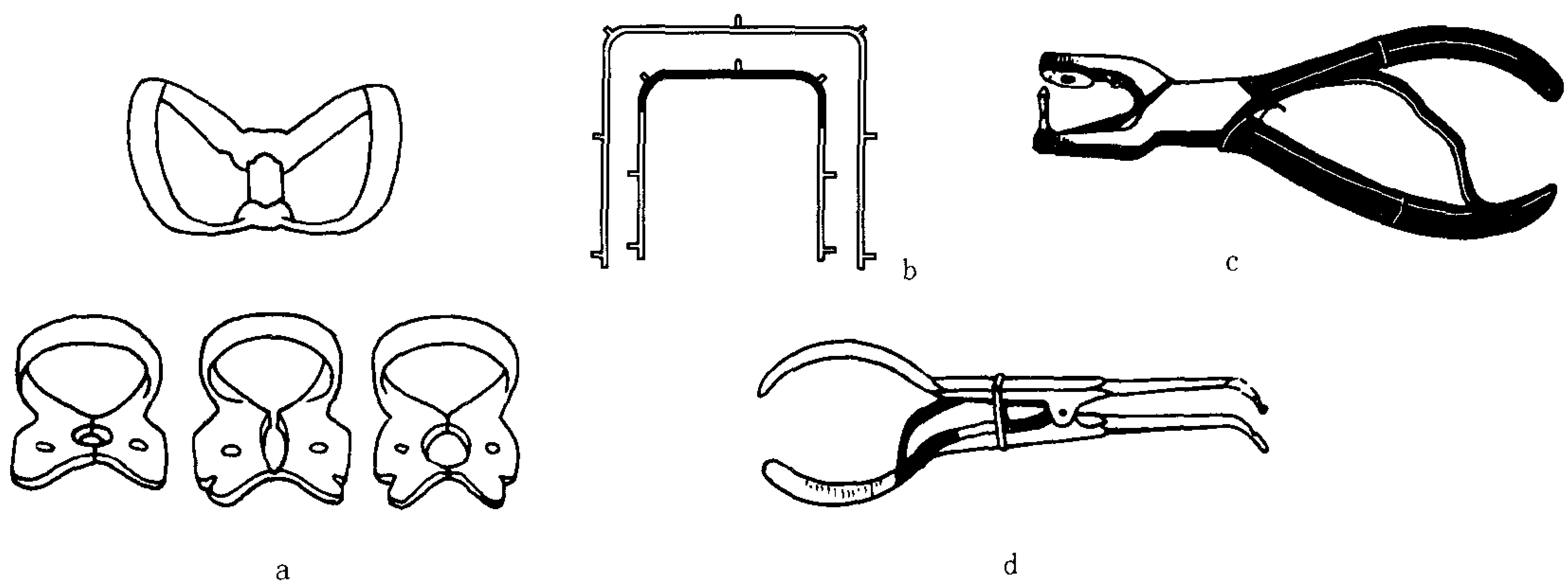


图 21-4　橡皮障的组成

a. 橡皮障夹　b. 橡皮障框架　c. 打孔器　d. 橡皮障钳

1. 橡皮障（dams）　橡皮障系统主要组成是橡皮障。它由扁平的可高压灭菌的乳胶片制成，有不同的厚度（薄型：0.12~0.17mm；中型：0.17~0.22mm；厚型：0.22~0.27mm；超厚型：0.27~0.33mm；特厚型：0.33~0.38mm）和两种大小（125mm×125mm 和 150mm×150mm）。厚型橡皮障能够较好地包绕牙颈部，提供一个密闭区而不需使用牙线结扎线。而且较厚的材料不易被扯掉，并且由于具有一定厚度，可以有效地保护其下方的软组织。中厚橡皮障具有较强的弹性和操作简单等优点,易于撕开，压迫软组织较轻，更易于安装。橡皮障有多种颜色，有黑色、绿色和紫罗兰色等，颜色较暗的橡皮障能提供较小的视觉差，减轻眼部疲劳，而颜色较亮的橡皮障由于其透光性，使治疗区反光好，在橡皮障下放置 X 线胶片较容易。黑色橡皮障与牙齿形成鲜明对照；而亮色调者可以显示胶片夹的位置。牙科医生可根据个人爱好和治疗牙的特殊条件选择橡皮障的色泽和厚度。但常规应将橡皮障的钝面朝向手术者，以减轻眼部疲劳和增强对比度。无论选用哪一类橡皮障，都应远离热源和光源存放，以防干燥降低其柔韧性。一旦橡皮障发生折裂，说明橡皮障已干燥，应予舍弃。将其冷冻贮藏可以延长使用期。

2. 橡皮障框架（frames）　橡皮障架的作用是限制和固定橡皮障。橡皮障架有金属

和塑料的，在治疗中一般建议使用塑料的，这是因为它具有放射穿透性，因而放置胶片时不需取下，也不会在X线片上遮住关键区域。金属架因其具有放射显影性，易挡住X线，且取下时易导致橡皮障不稳定使唾液污染术区，所以目前较少使用。

3. 橡皮障夹（clamps） 橡皮障夹或称保持器是将橡皮障固定于需治疗牙上的器械，同时还有助于压缩软组织。橡皮障夹由不锈钢制成，有一个弓和两个喙。无论喙的形态如何，其尖头应与牙齿上的四点接触，只有这样才能固定保持器，并避免可能伤害软硬组织的滑动。橡皮障夹有多种形态，适用于各种解剖结构的牙齿，主要分为无翼夹板和有翼夹板。翼是喙的延伸部分，不仅可提供额外的软组织压缩，还有利于橡皮障的放置，同时使保持器成为一独立的单位。此外还有一些特殊的夹子，是为那些放置一般夹子较困难的特殊临床情况而设计的，如对于仅残留少量牙冠的牙齿，可用喙为根向倾斜的夹子使牙体结构处在或低于龈水平。对于碎裂牙，可用有锯齿状喙的夹子来增强其稳固性。

4. 橡皮障打孔器（punch）和橡皮障钳（forceps） 橡皮障打孔器是在一转盘上有一系列孔的器械，牙科医生可根据待隔离牙冠的大小选择不同孔径。橡皮障钳是在安置和取下橡皮障时夹持和传送保持器的工具。

5. 橡皮障置入器（tucking instrument） 是将定位好的橡皮障从橡皮障夹翼上卸下的塑料器械。同时用于将橡皮障边缘压入龈沟内以产生良好的密闭效果。

（二）安装橡皮障

1. 无翼夹板（wingless clamps） 选择合适的无翼夹板，用橡皮障钳安置于待隔离牙上；伸展预先制好的橡皮障，覆盖无翼夹板的弓部，再向龈方下压并置于无翼夹板的龈方；在牙齿邻面处，用牙线将橡皮障向下推压使待隔离牙完全暴露；轻轻拉伸橡皮障通过相邻牙的牙尖或切嵴后，再使用塑料橡皮障框架固定好橡皮障的位置。

无翼夹板的优点可便于临床医生看清夹子的喙部与牙齿作用的部位，避免对牙体组织产生冲击。另外也可便于在安置橡皮障前用手指触摸夹子的颊舌侧裙部以确定夹子是否贴合。

2. 有翼夹板（winged clamps） 先伸展橡皮障框架，在橡皮障上打好预先标记的孔；将有翼夹板的弓形部分穿过橡皮障上的孔并绷紧橡皮障；用橡皮障钳夹住有翼夹板三为一体送入口中；定位橡皮障框架后夹紧，如需移走橡皮障钳，使用手指或钝的器械轻弹橡皮障即可；最后，用橡皮障置入器将橡皮障挑至有翼夹板的翼下压住。

3. 劈障技术（split-dam technique），可用于隔离前牙而无需橡皮障夹。它不仅适用于牙冠不全的牙齿，还可防止夹子的喙部对瓷冠或瓷面的剪切。研究表明，橡皮障夹可能对牙颈部的瓷体、牙本质、牙骨质产生损害，因此对于烤瓷修复牙，建议用牙线代替橡皮障夹来限制橡皮障和组织，或将橡皮障夹固定在邻牙上。在劈障技术中，需在橡皮障上打两个重叠的洞。在待治疗牙的颊侧粘膜处放一棉球，然后使橡皮障在待治疗牙和两侧各一颗相邻牙上伸展。将橡皮障的边缘拨至两邻牙的远中接触区，然后用牙线帮助使橡皮障固位于龈周。由橡皮障被牵拉产生的张力和橡皮障架的共同作用，可使橡皮障固位较好。橡皮障的紧密贴合和棉球则有助于提供一相对干燥的治疗区。若发现橡皮障有滑开的趋势，可在被隔离牙的远中邻牙上或在治疗牙的邻牙上安置前磨牙夹，它置于橡皮障上，橡皮障可作为橡皮障夹喙的缓冲物。

（三）橡皮障安置时应解决的问题

1. 泄露　防止橡皮障泄露的最好方法是仔细放置整个系统，包括橡皮障夹的选择和放置恰当，孔的定位得当，打孔正确，橡皮障的厚度适当以及边缘贴合等。但临床有时仍可发生小范围的撕裂、破洞和少量连续的泄露。一般可用橡皮基粘接剂、“液态”橡皮障或牙周塞治剂来堵塞、填补。若仍不能控制，应更换新的橡皮障。

2. 橡皮障夹放置不当　某些牙齿无合适的橡皮障夹可用。如部分萌出牙、准备作全冠的牙、破裂折断至龈下的牙。遇到这种情况，可通过调整夹子的喙部来适应特殊牙的需要。对于部分萌出牙或锥形牙，一种方法是在牙颈部表面点上自凝树脂作为放置保持器的支架，另一种方法是在牙齿上涂上酸蚀复合物，其边缘的作用类似于人工倒凹。治疗完毕后，将这些材料去除。对于包含有形态异常牙的多颗牙，则可使用丙烯酸酯保持器。

3. 橡皮障固位不当　对于结构不完整、妨碍固位的牙，临床医生应考虑的首要问题是该牙牙周是否健康或可恢复，否则可能在作完牙髓根尖周治疗后发现所治疗的牙齿是不能修复的。一旦认定牙齿是可以修复的而牙体结构已破坏至龈下。有多种方法可以考虑。应最先考虑使用喙部向根方倾斜的夹子，这种方法损伤较少。另外可考虑用夹子夹住牙龈或牙槽骨，在这种情况下，应先对软组织进行麻醉。尽管这种方法可导致一些术后不适，但牙周组织可迅速恢复。若以上方法均困难，可考虑通过修复的方法使橡皮障夹获得良好的固位，例如可在残留的天然牙体组织上粘接预制的铜带环、临时冠套或正畸的带环。这些带环或冠套仅可使橡皮障夹成功固位，还可在复诊间隔期对根管内药物和暂封物起保护作用。但它们存在一些缺点，如不利于进一步封闭；软金属或粘接剂的颗粒可妨碍开髓和器械操作；带环或临时冠移位或形态不当可引起牙周感染。对于牙冠破坏严重的牙或未完全萌出的牙，龈组织的存在常妨碍橡皮障夹子的安置，可通过各种龈切除术或电外科手术以及翻瓣术来使牙冠部“伸长”。

二、简易棉卷隔湿（图 21-5）

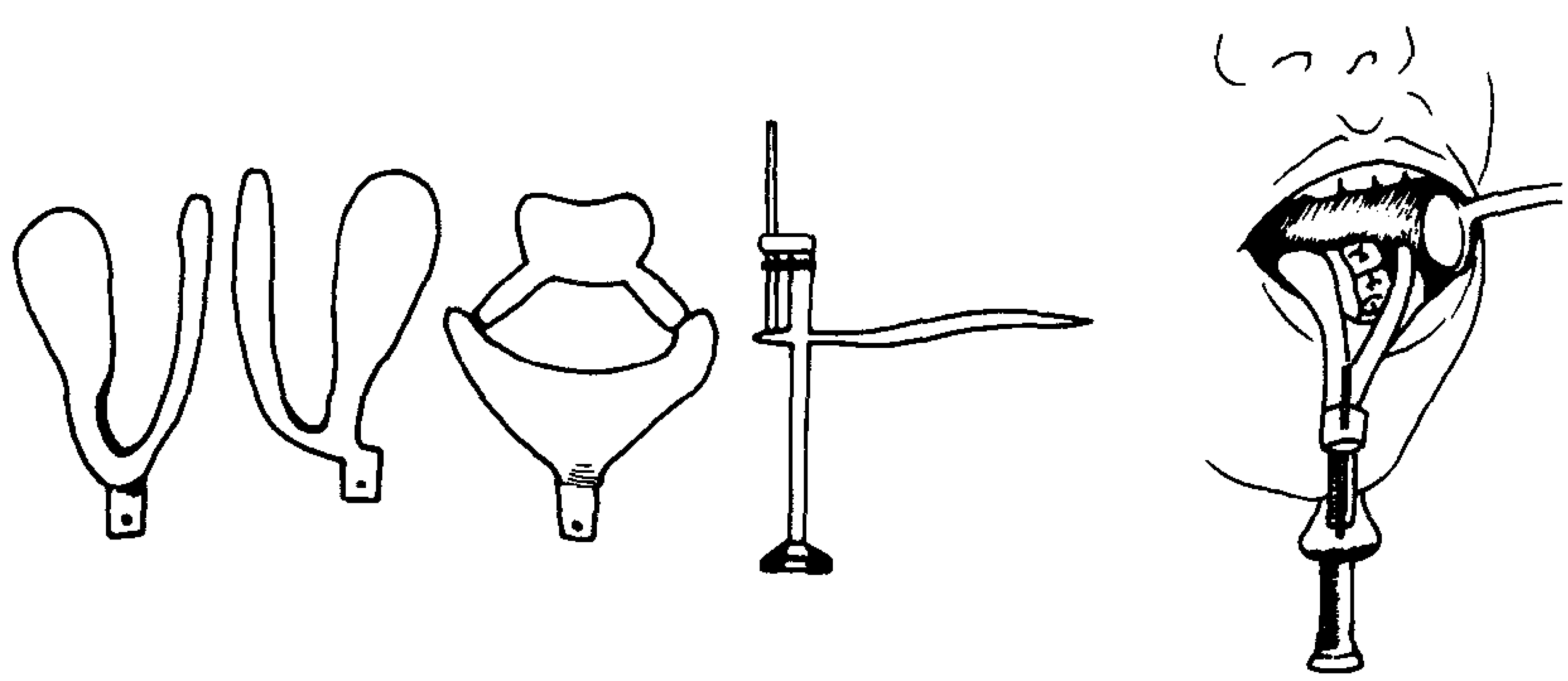


图 21-5　棉卷压器

用清毒棉卷隔离患牙。上颌牙可仅放在患牙的颊（唇）侧。下颌牙则在颊（唇）舌侧都要放。也可将棉卷放在唾液腺导管开口处。下颌舌侧的棉卷因舌活动而不易固定，可用棉卷压器。棉卷压器有前牙、右后牙、左后牙 3 种类型，视患牙位置选用。

第四节 洞形制备充填器械

一、钻 针

钻针（dental burs）是一种转动的具有切割刃的工具，牙科最早使用钻是在1728年，是一种手动的旋转切割工具，随着转速的提高及不同洞形的制备要求，钻针在材质和形态方面都有了进一步的改良。1891年开始，钻针的生产逐渐从无序的自发制作进入了有序的生产，确定了一定的外形尺寸和材质，并正式命名。安装于各类机头上，根据需要作顺时针和反时针方向切割。顺时针方向旋转时，切割效能最好。近年来，随着超声动力的开发和利用，出现了超声备洞系统钻针，使钻针的内涵又有所扩展。

钻针由柄、颈和工作端三部分组成（图21-6）。柄部与手机机头相接，其作用是接受转动力，使头转动或振动。用于直手机上时钻柄长，用于弯手机上的钻柄短。

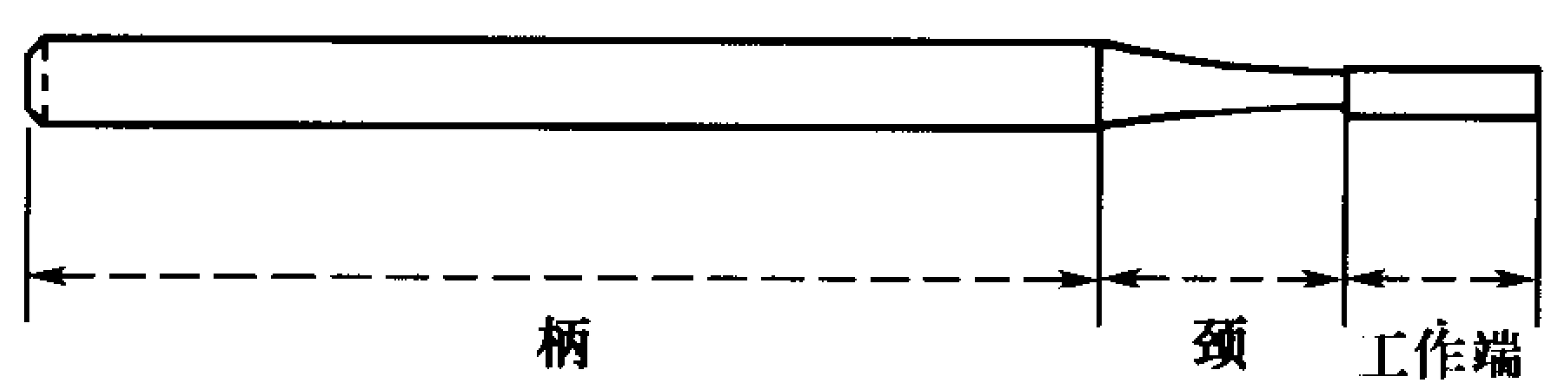


图21-6 钻针结构

钻针按动力分为高速牙科钻针、低速机用钻针和超声备洞系统钻针；低速钻针又分为直机头用和弯机头用钻针，直机头钻针的针柄长，弯机头钻针的针柄短；按材质可分为普通不锈钢、钨钢、高碳钢、钴钢、金刚砂、橡胶、磨石钻针等；按形状分为柱状、球形、倒锥状、锥形、卵形、梨形、纺锤形、蕾形、轮形、杯状钻；按功能分为牙体切割、末端切削、修整磨光、抛光钻等。

1. 裂钻（fissure burs） 钻针工作端为平头或尖头，外形呈圆柱状或锥柱形，刀刃分有槽或无槽形；有槽形能有效地切割牙体组织，但制备出的剖面不平整（图21-7）。裂钻常用于开扩和加深洞形，修整洞壁。

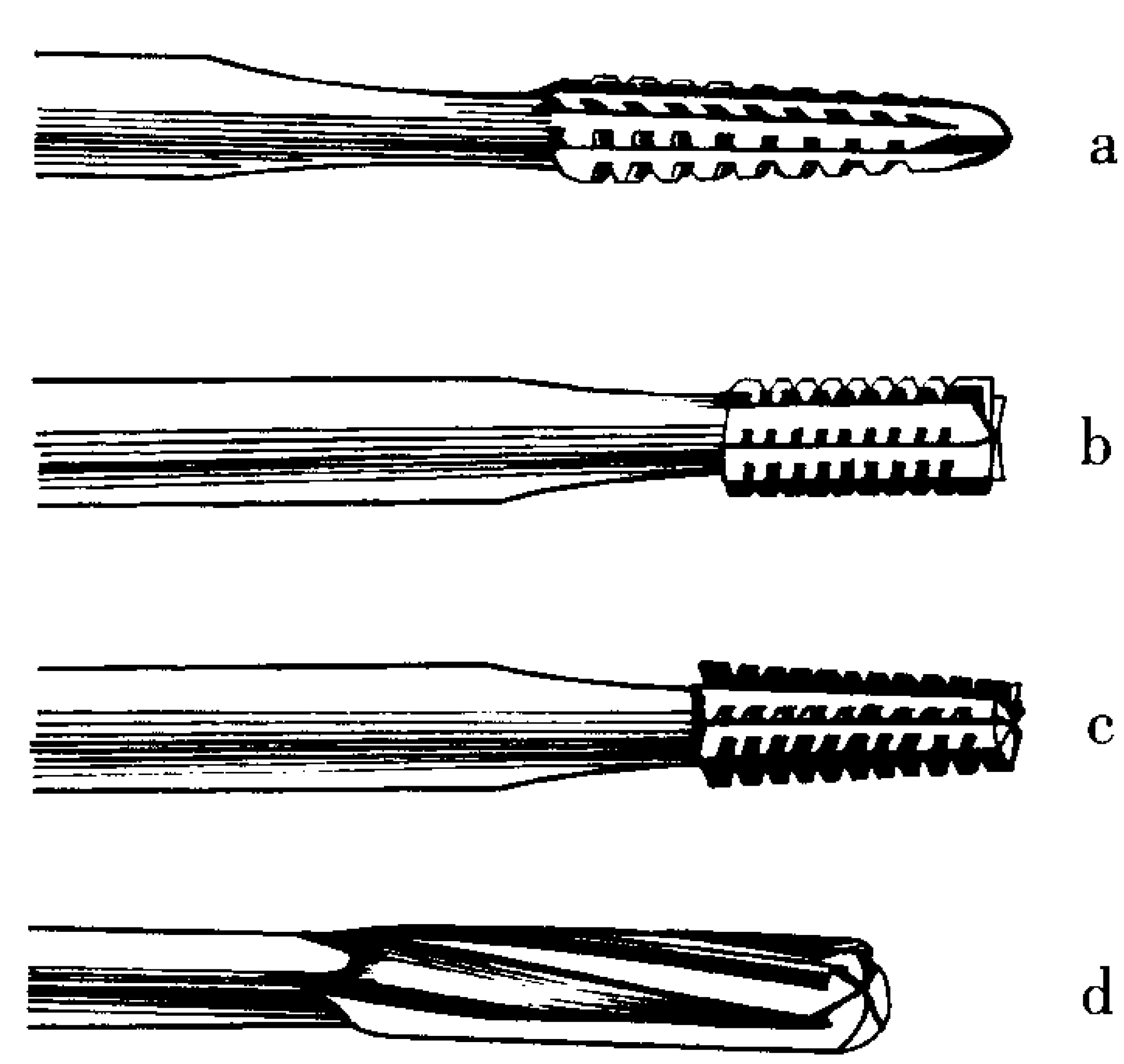


图21-7 不同工作端裂钻

a. 有槽尖头柱形 b. 有槽平头柱形 c. 有槽平头锥柱形 d. 无槽平头圆柱形

2. 倒锥钻（inverted burs） 工作端为倒锥形，钻侧及钻端均有刃缘，刃为单纯直刃形（图21-8）。使用倒锥钻是将其置于牙本质内磨除造成空悬釉柱，再上提撞击釉柱。倒锥钻用于制作倒凹，磨平洞底，扩大洞形和邻面洞侧壁的修整。

3. 球钻（round burs） 又称圆钻。钻头成圆形，有单刃和双刃。切割面呈凹面（图21-9）。主要用于窝洞的开扩、去腐、开髓、揭顶、去髓角等精确的操作。

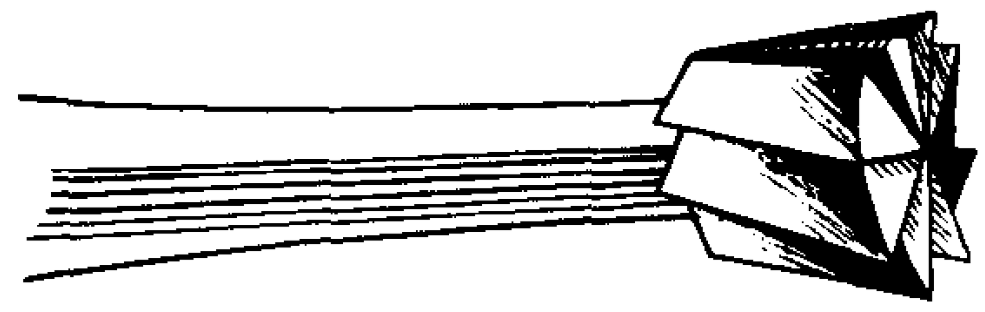


图 21-8　倒锥钻

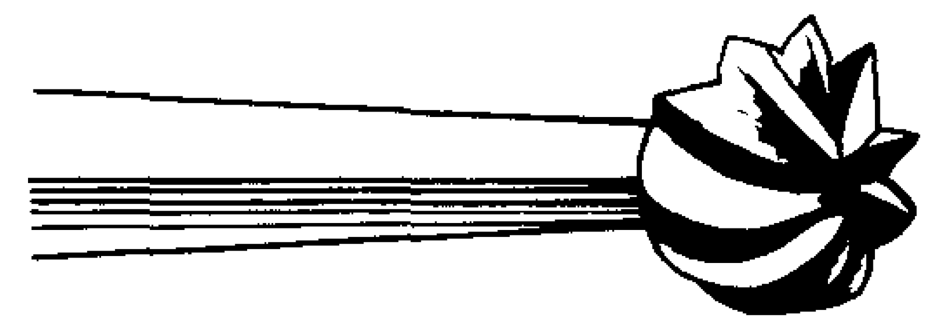


图 21-9　球钻

4. 金刚钻尖（diamond burs）　用人造金刚石制成，也有各种不同样式和大小（图 21-10）。硬度大，切割效率高。金刚砂针的结构组成分为三部分，即制好一定钻针外形的金属原材、金刚砂颗粒、金属基质（镍、铬或镍铬合金）。制作方法是电镀法。将原材插入一定形态的盛满金刚砂颗粒的模具容器中，再将其放入盛有液态金属基质的容器中，通过电镀法使金属基质进入金刚砂颗粒间隙并共同固定在原材上。金刚砂以颗粒大小（直径）分粗 150~125pm、中 125~88pm、细 88~44pm 和超微颗粒 44~36pm。钻的外形有球形、柱形、锥形、倒锥形等多种形态。

钻针对牙齿呈点状磨削，切削效率高，切削面更平；切削时对牙齿的扭力小，有利于存留牙体组织。钻针使用寿命长，可用于切割、牙体预备或磨光。金刚砂钻针工作端电镀的金刚砂颗粒磨损后，钻针丧失切割能力。

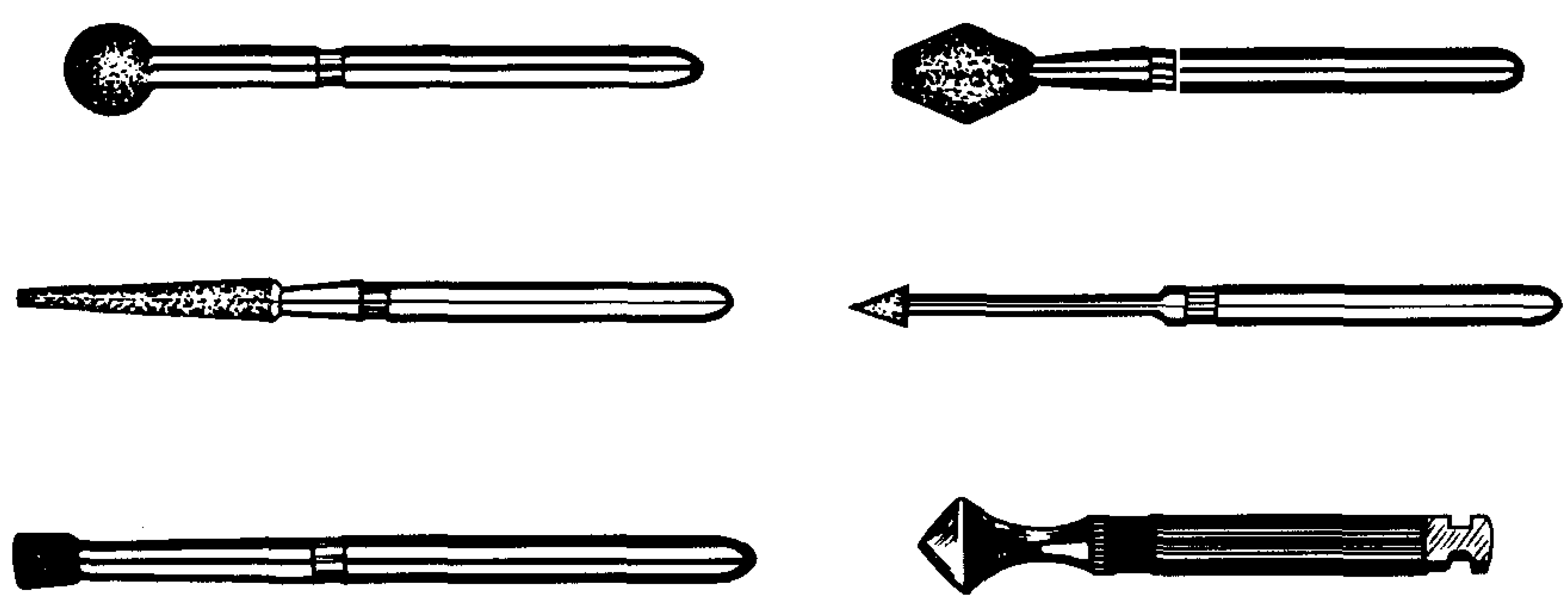


图 21-10　不同工作端的金刚钻

5. 抛光钻（polishing burs）　工作端光滑无刃，由一些有弹性的物质，如橡胶制成，表面有研磨料涂层（不同颜色）。有各种大小及形态，如锥形、倒锥形、球形、卵形、梨形、纺锤形、蕾形和柱形等的抛光钻（图 21-11）。用于牙体修复体的研磨与抛光。

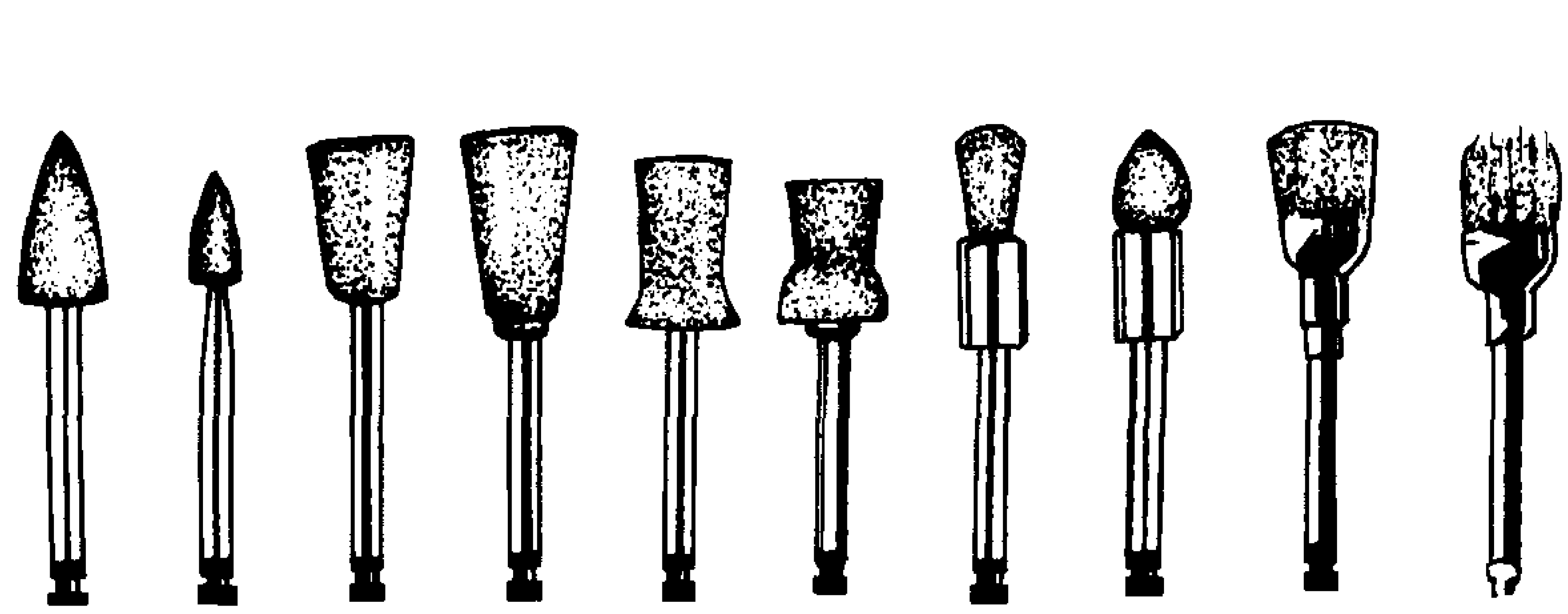


图 21-11　不同类型的抛光钻

6. 磨石钻（stone burs）　工作端为磨石构成的直机头或弯机头用钻针。上述各种钻针形态均有，其中常用于调磨的为轮状、刃状和锥状。

7. 特制钻针

（1）尖头裂钻（frictiongrip）：裂钻的刃口互相平行，平行的刃口有的与钻针长轴一致，有的则倾斜，有的刃口呈锯齿状，一般工作长度约4~5mm。用于髓腔入口预备中修整外形。

（2）玫瑰钻针（rosehead）：玫瑰钻针有一般长度和超常长度几种规格。用于揭除髓室顶，并去除牙本质残渣，较长和较小规格钻针便于小心探寻钙化根管。

（3）钝头钻针（safe-ended diamond）：带有非切割尖的一种钝头钻针，用于入口预备中修整洞形。非切割尖可以防止碰凿髓腔底，有助于根管口定位。

（4）末端切削钻：切刃仅在钻针头部的顶端而侧壁无刃，用于龈下洞壁的制备（图21-12）。

（5）银汞修整钻（finishing burs）：刃缘密而细，顺或逆时针方向均可使用。用于修整和磨光金属充填体。

（6）超声备洞系统钻针:由瑞士EMS公司推出，其钻头端部的一部分用天然钻石包裹（图21-13）。钻头的特定形状可使龋洞邻面和其他洞形预备在受控和最小侵袭性的情况下进行；因为其柄颈部很细，操作视野较好。

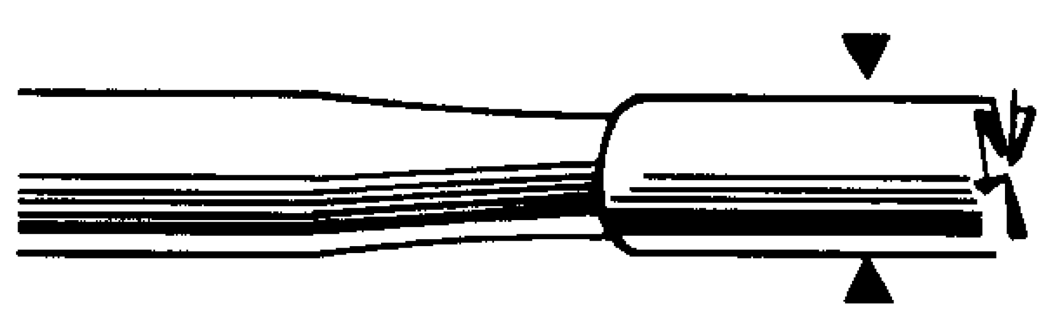


图21-12 末端切削钻

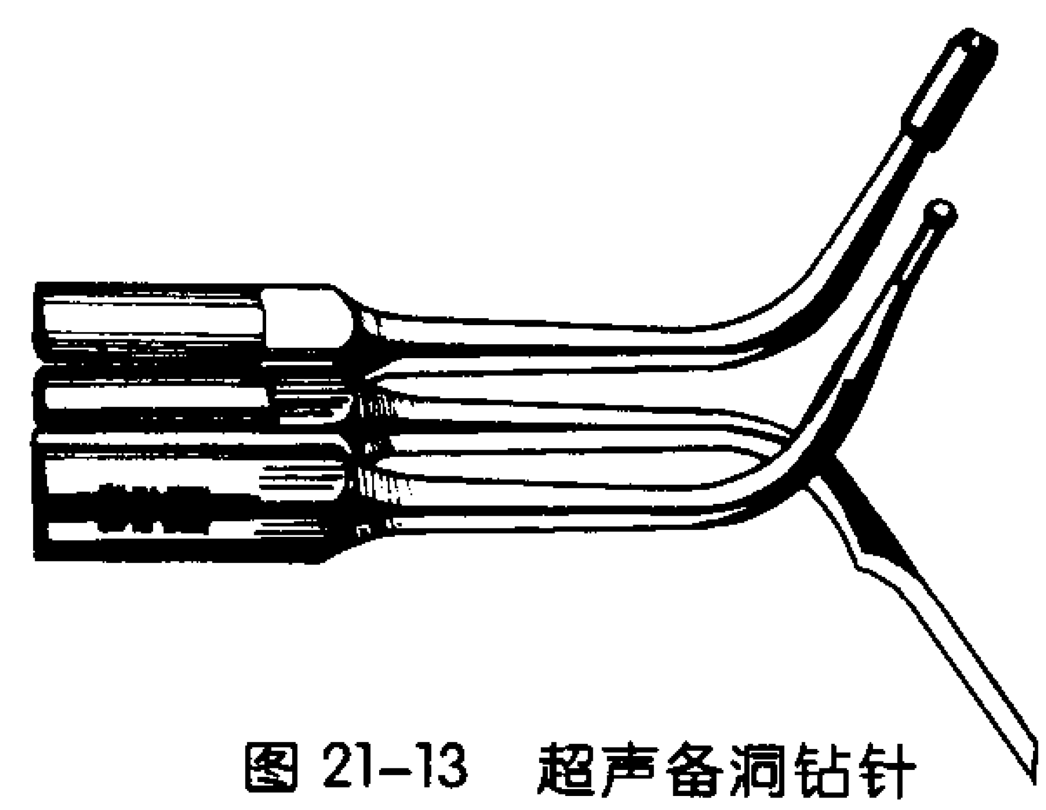


图21-13 超声备洞钻针

（7）裂隙切割钻针：超保守牙科治疗技术使用的钻针，对健康牙体组织的侵袭性小，配合某些复合树脂材料使用。

（8）窄颈长柄钻：具有小的工作尖和细长颈部。在牙体预备时提供更好视野，精确去除材料，最大程度保留健康牙体组织。对牙根、邻面、窝沟龋均适用。

钻针为旋转切割或调磨用的器械，必须安装在机头上使用，用时应保持其刃的锐利刃槽的清洁，刃槽内的污物可用钢丝刷清除。刃缘变钝后不宜再用，消毒钻针用的消毒剂要求具防锈性能。

二、手持备洞器械

常用的手持器械均由手柄部、连接部（颈部）和工作端或刃端构成。柄为手持部分，有刻纹以免手持时滑动，连接部常呈一定的角度弯曲，以便在口腔中灵活使用。弯曲的方向常有右弯（R）和左弯（L）；手持器械的类型常在手柄中部用三连（图21-14）或四连数字（图21-15）表示：第一位数字是刃幅的毫米数×10，第二位数是刃长的毫米数，第三位数是刃部的方向与手柄长轴所呈的角度（百分度）。四连数字则是在第一、二位数字间加入表示刃端的方向与柄轴所呈的百分度（圆周3.6度即为百分度1）。

（一）挖匙

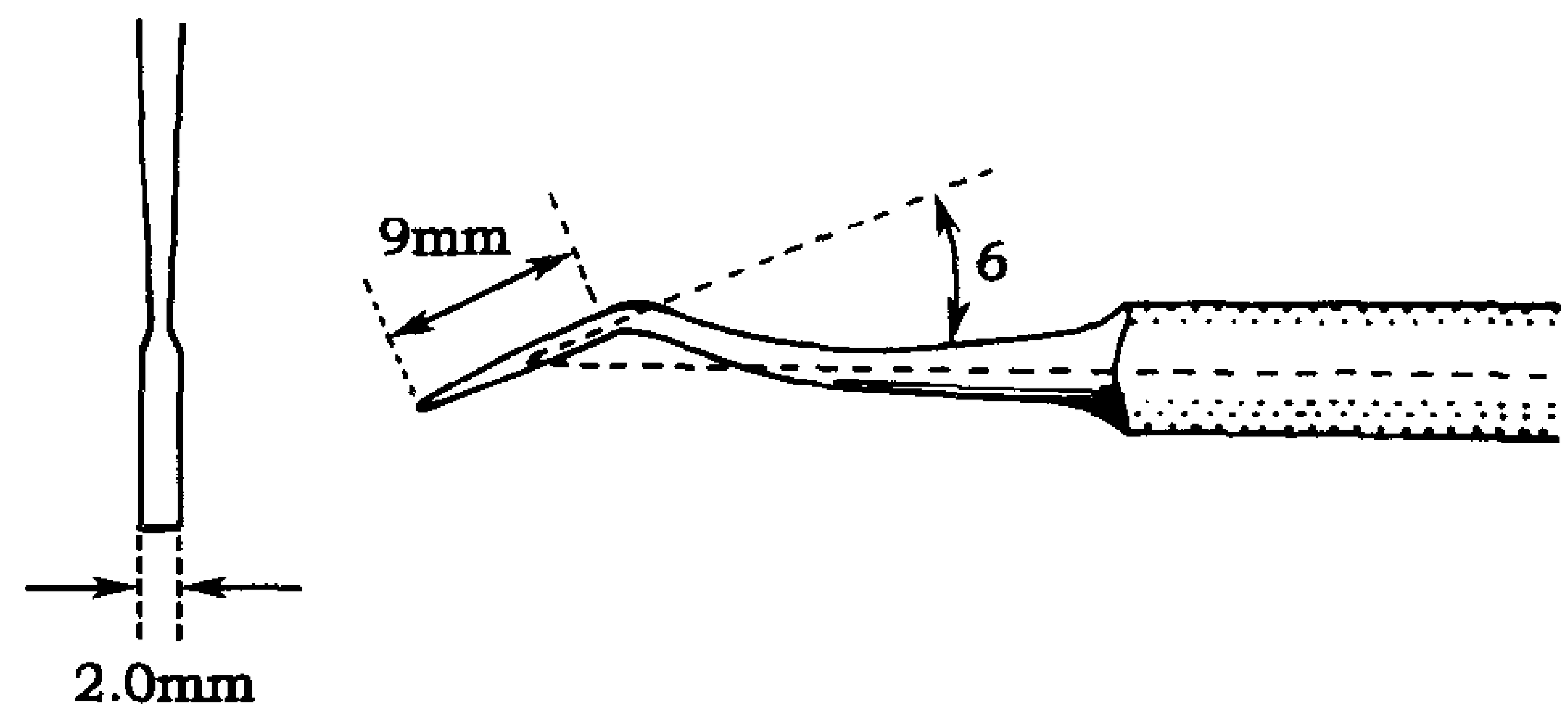


图 21-14　三连数字表示法（20-9-6）

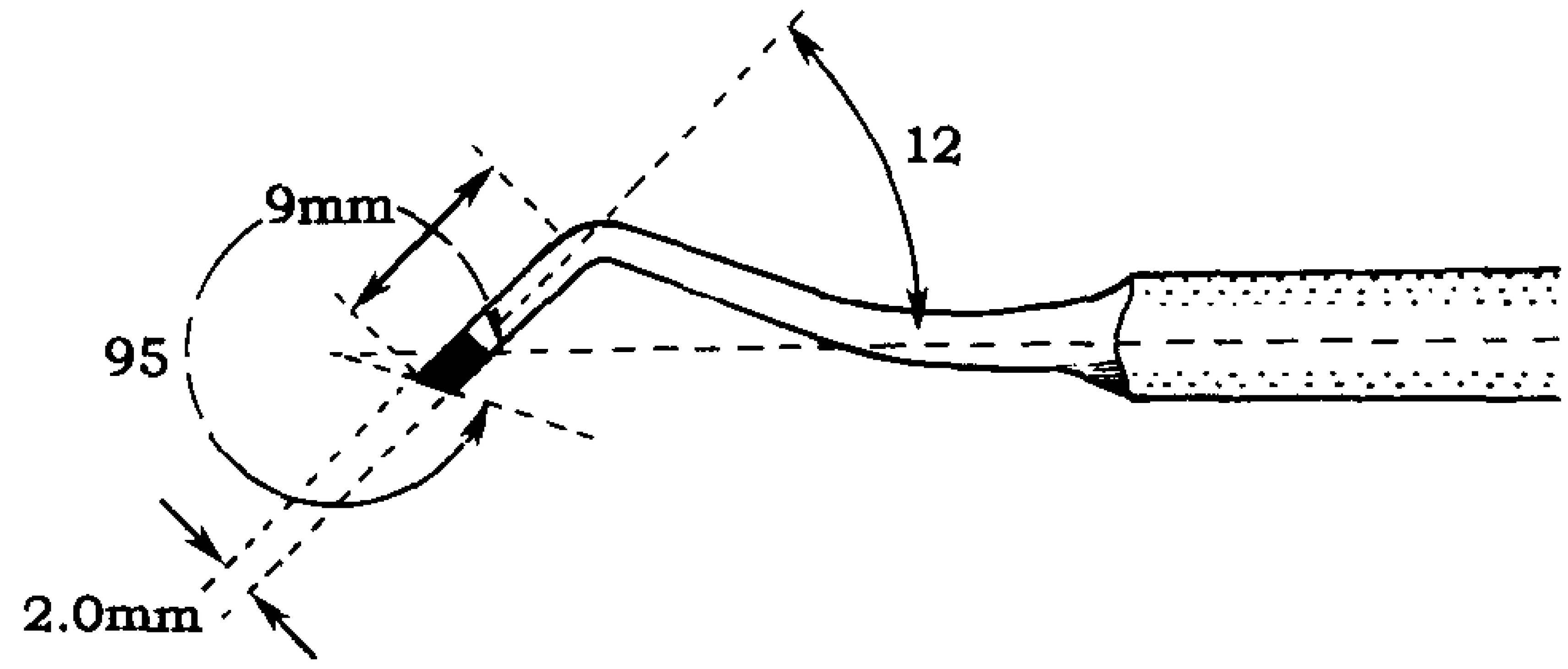


图 21-15　四连数字表示法（20-95-9-12）

挖匙（spoon excavator）由柄和两个工作端组成，工作端为匙形型号，双头挖器为两头的工作端方向相反成对。工作端有三种类型：匙形挖器、平圆头挖器及尖圆头挖器（图 21-16）。刀叶的边为锋锐的刀刃，各类挖器有大小不同的规格。

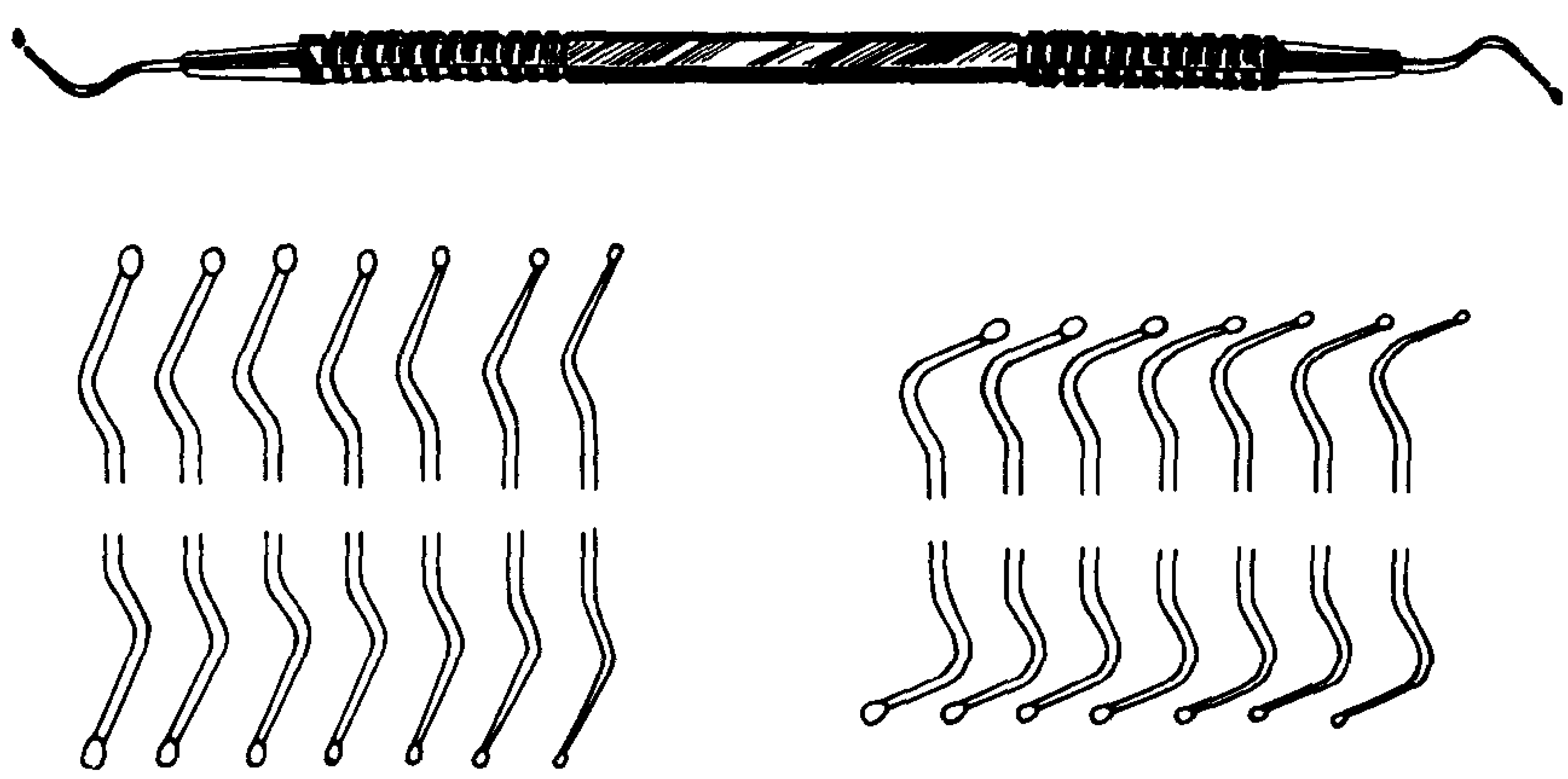


图 21-16　挖器及不同工作端

用于去除软化牙本质,刮除腐质、炎症组织及暂时性充填物；将挖匙自银汞合金充填体边缘向中央轻刮，可较快修整洞形，防止洞缘充填体缺陷；切断牙髓；烫断根管充填时多余的牙胶尖；尖头挖器尚可用来凿穿牙髓腔或充填时作雕器使用。

使用中注意保持匙缘的锐利和匙内的清洁：边缘变钝时，可用油石打磨外缘，小石尖由匙内向外缘打磨。

（二）凿形雕刻器

刃端形似凿，有单角、弯角和反角三种凿（图 21-17）。主要用途是切割空悬釉柱，亦可用于刮平洞底及修整修复体。工作端只一面有刃，使用时应顺釉柱方向，施用推力

切割。

（三）锄形雕刻器

形似农具锄头，刃面分前刃和后刃两种，通过推力和拉力切削牙体组织（图 21-18）。用于修整凿形雕刻器难以到达的部位，如后牙洞壁。

（四）斧形雕刻器

刃端与柄的方向平行，分为左刃和右刃两种（图 21-19）。用于洞壁的修整，特别是Ⅱ类洞颊舌侧洞壁的修整。

（五）龈阶修整器

形似斧状雕刻器，但刃部呈左向和右向弯曲，分为左用和右用两种（图 21-20）。进而再分为刃端与柄轴呈 95 百分度（远中用）和 80 百分度（近中用）两种，即一组有四型器械。用于邻面洞龈阶的修整和去除悬釉，凹线角的形成。

（六）点线角修整器

刃端的方向与刃部的轴向呈左 80~85 及右 80~85 百分度，刃部侧方亦有左刃和右刃之分（图 21-21）。用于内侧性窝洞的点、线角的制作修整。

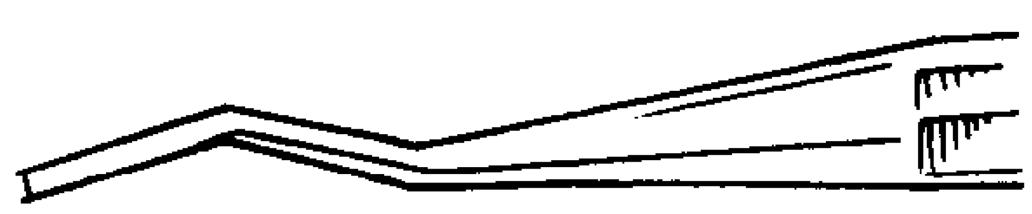


图 21-17　凿形雕刻器

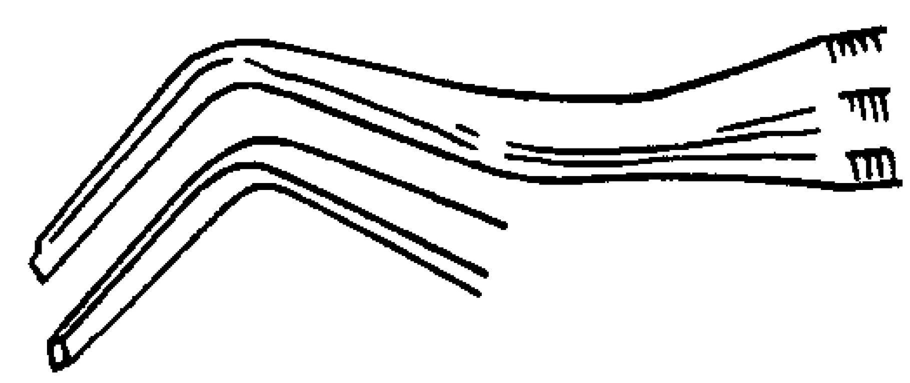


图 21-18　锄形雕刻器

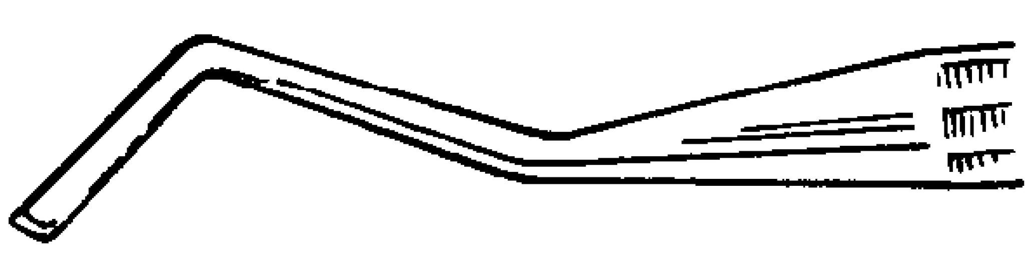


图 21-19　斧形雕刻器

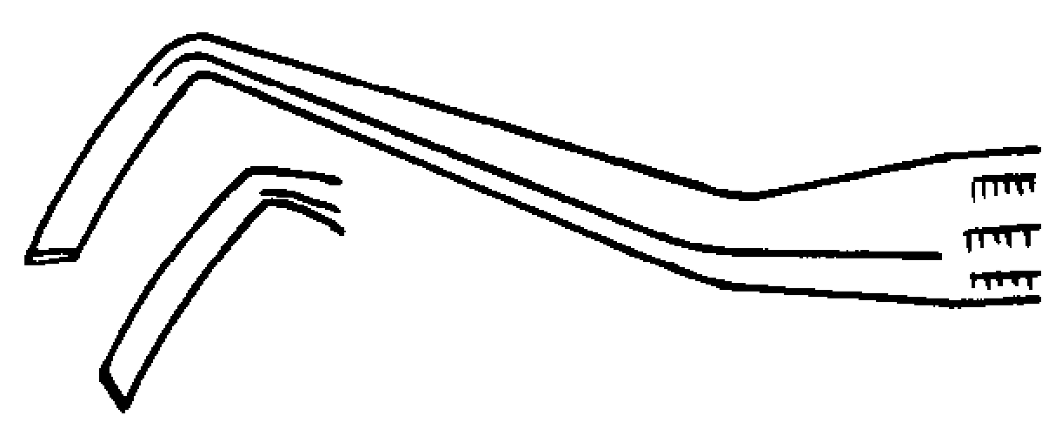


图 21-20　龈阶修整器

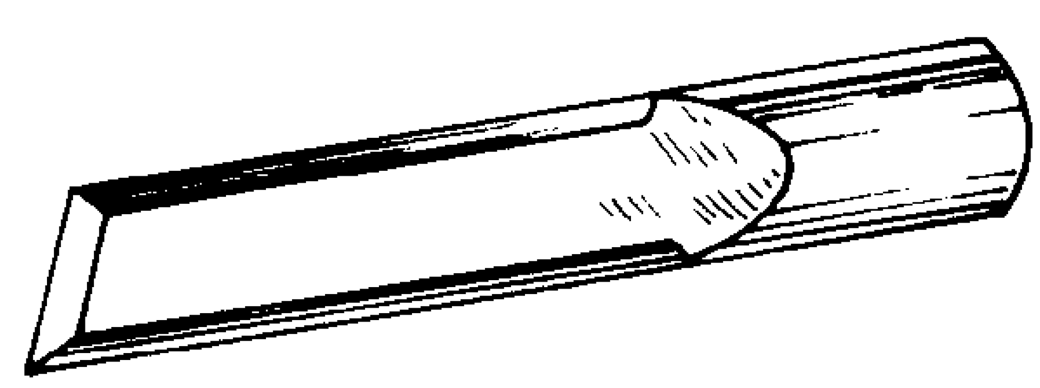


图 21-21　点线角修整器

三、手持充填器械

（一）粘固粉充填器

粘固粉充填器（cement filler）两端工作头形式不同，一端为压器，另一端为钝刀（图 21-22）。压器端工作面光滑，用于充填粘固粉和牙胶等；钝刀端便于持取充填料，切割多余的充填料等。

（二）银汞充填器

有单头和双头，大小不一，工作端为圆柱状，端面为光滑面或条纹网，

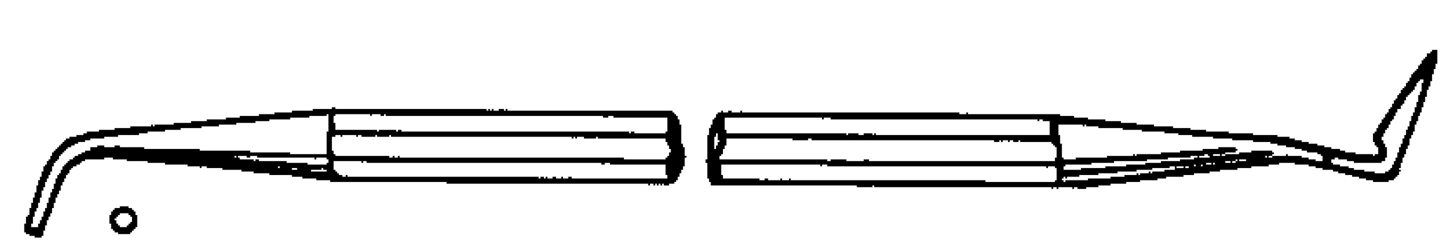


图 21-22　粘固粉充填器

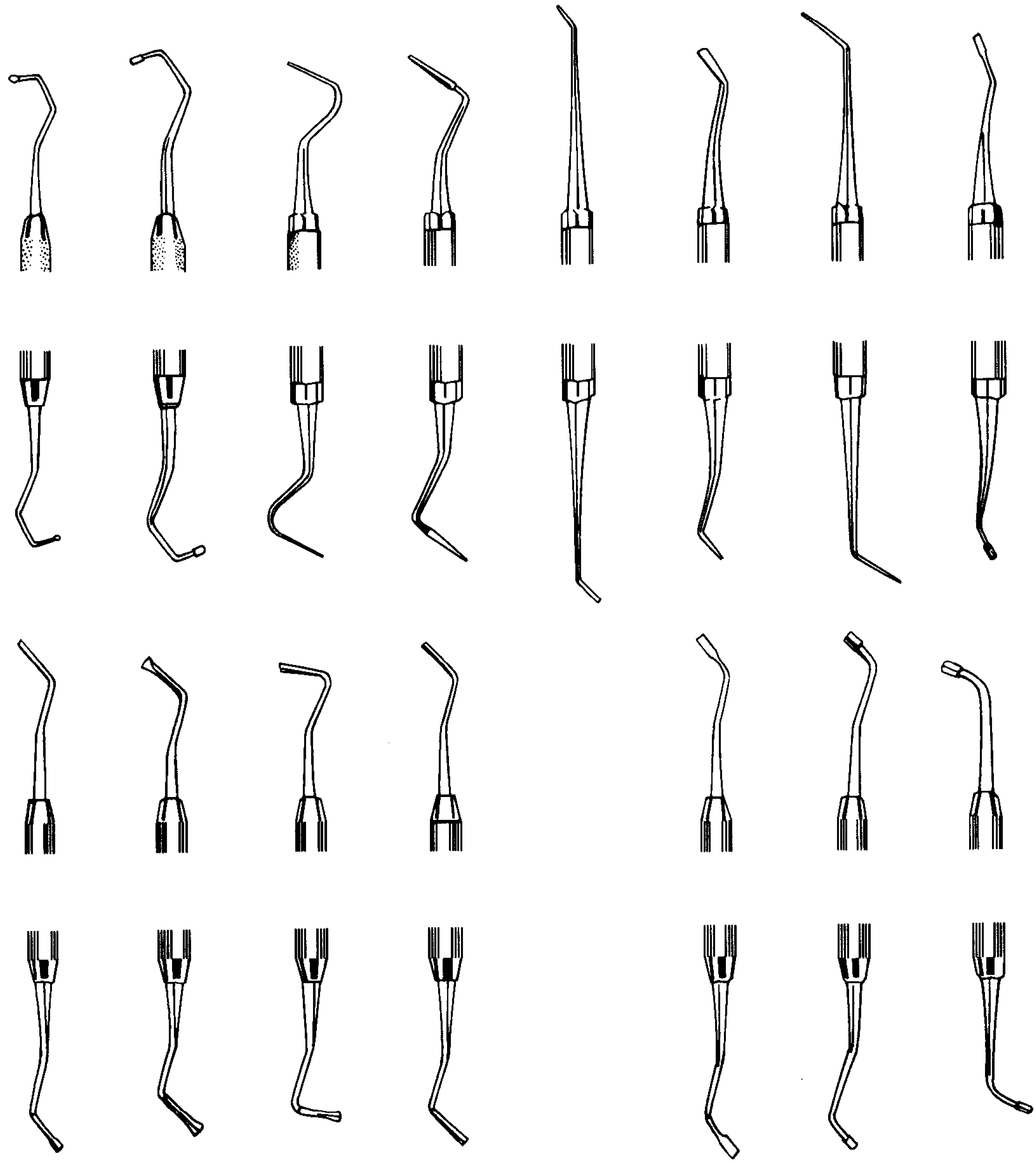


图 21-23　银汞充填器的不同工作端

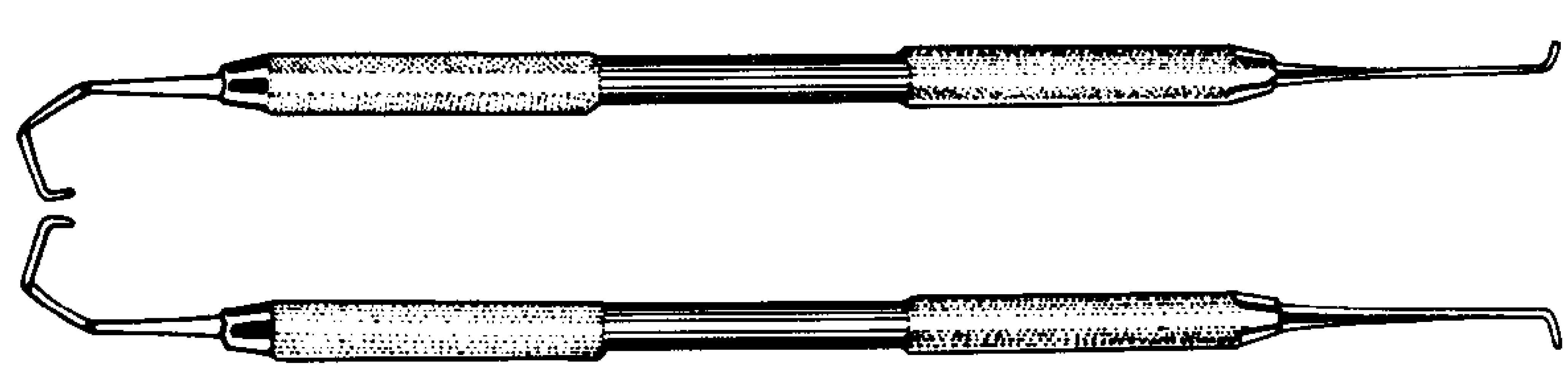


图 21-24　根尖倒充填银汞充填器

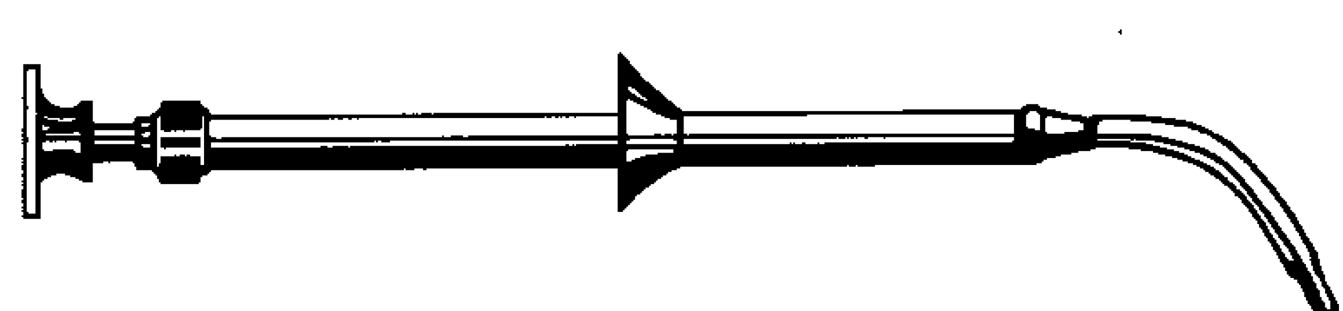


图 21-25　银汞输送器

直径为 lmm、1.5mm、2mm、2.5mm 四种（图 21-23）。此外，还有专门用于根尖倒充填术使用的充填器，具有双头，一头单弯，另一头三弯，工作头直径小，便于根尖充填（图 21-24）。银汞充填器主要用于充填压紧银汞合金，在没有银汞合金磨光器的情况下，工作端具一定角度的光滑颈部也可用于磨光银汞合金充填体。

（三）银汞输送器

银汞合金充填时，持载银汞合金，将其送入窝洞中的一种不锈钢制弹簧式器械，枪式，全长 170mm（图 21-25）。充填时，将调好的银汞合金捏成小团，压入输送器的头内，送入洞时，推输送器后端的推压杆，即可将银汞合金输入洞内。

（四）远中充填器

结构类似粘固粉充填器，但其扁平状钝刀型充填器端与手柄以直角相交，专用于牙齿远中面窝洞的充填。

（五）复合树脂充填器械

塑料制成，重量轻，适于树脂修复。可根据不同用途选择不同形状。不会使树脂充填体变色。

四、手持修整器械

（一）银汞雕刻器

一种雕刻银汞合金充填体解剖外形的器械。有圆盘形和爪形,两端工作端角度不同，刀刃锋利，有 1、2、3 三种型号（图 21-26）。



图 21-26　爪形与圆形雕刻器

当银汞合金充填满窝洞后，除去洞周围多余的合金，然后用此器械自充填体的周围向中心雕刻，以恢复牙齿的功能外形。全长 180mm。

（二）银汞光滑器

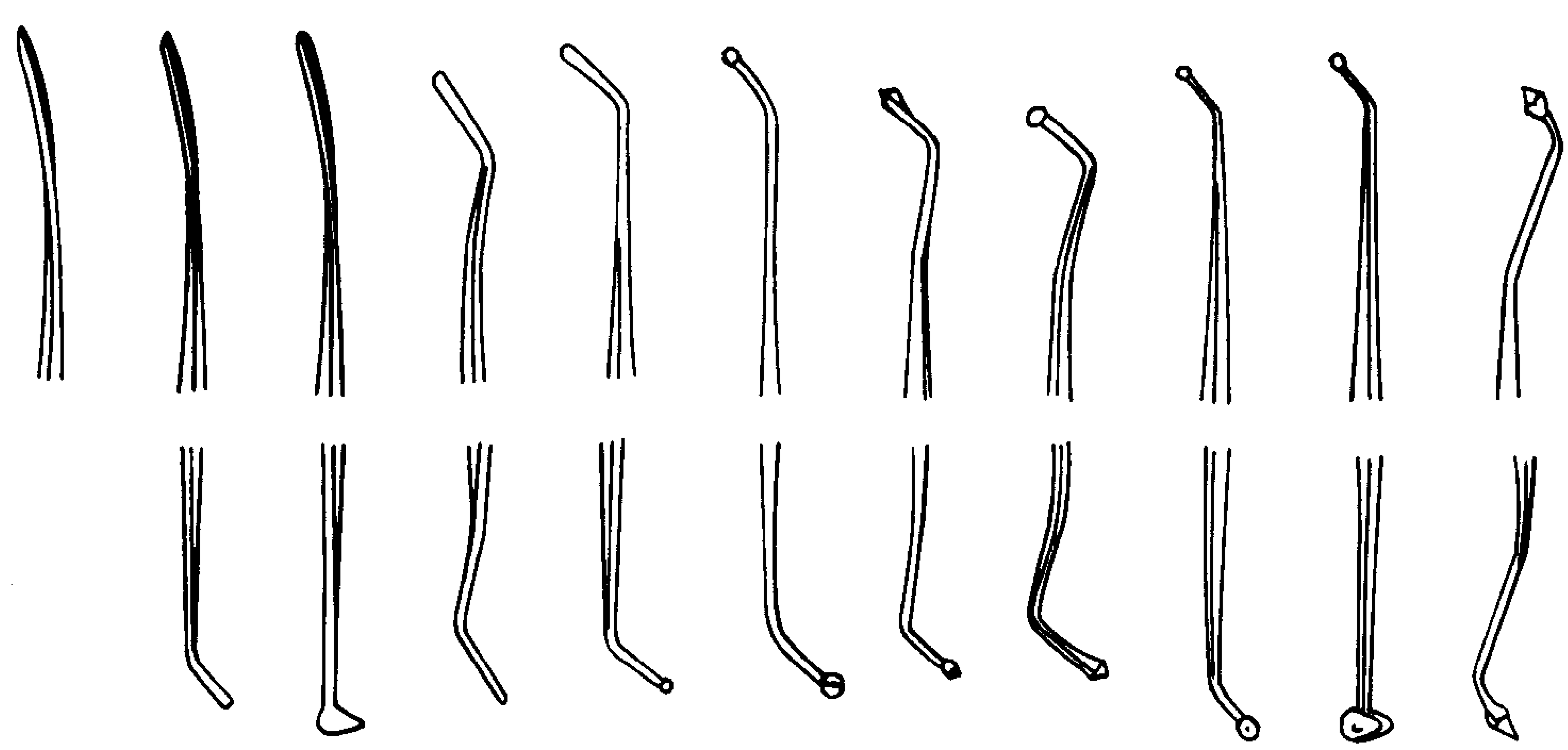


图 21-27　银汞光滑器的不同工作端

工作端一端多为球状或梨状，表面光滑，一端为钝刀（图 21-27）。用于银汞合金开始硬固后磨光表面，使充填体边缘与洞壁密合。

第五节 固位、成形器械

在牙体组织广泛破坏时，用常规的牙体修复方法不能获得足够的抗力和固位，可采用一些附加固位的方法来修复。

一、固 位 钉

固位钉主要用于牙体有严重缺损而牙髓正常的活髓牙（图 21-28）。附加固位钉修复通常包括固位钉-银汞合金和固位钉-复合树脂修复。适于牙髓、牙周情况良好，具有足够牙本质厚度情况，如大面积缺损，且承受较大咬𬌗力的牙，如前牙近远中径大于切嵴宽度 1/2 和切龈径大于牙冠长度 2/3 的切角缺损及大于牙冠长度 1/2 的切嵴缺损，前磨牙缺一个牙尖，磨牙缺一个或几个牙尖。龋损范围大，难以预备固位形，如后牙邻面洞侧壁超过轴角，V 类洞的近、远中壁超过轴角。

根管桩（图 21-29）多用于有严重牙体缺损，患牙经有效的根管治疗后，进行全冠修复的银汞合金或树脂核。后牙大面积缺损需作全冠修复者，经牙髓治疗后先将牙作根管桩-银汞合金（或复合树脂）修复，形成核，再在核上作全冠。这样，不仅使修复牙的抗力好，且全冠的制作简便。

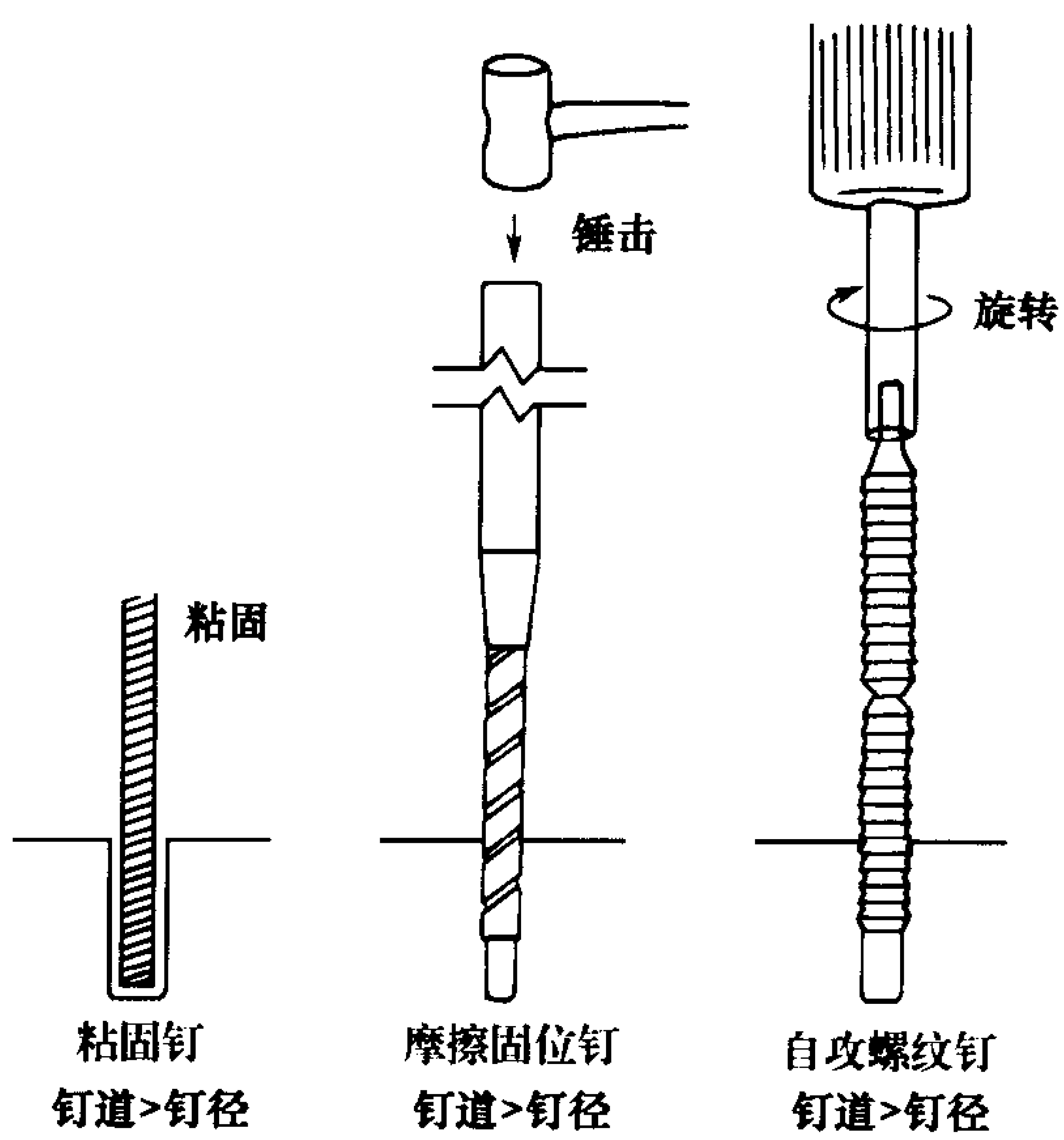
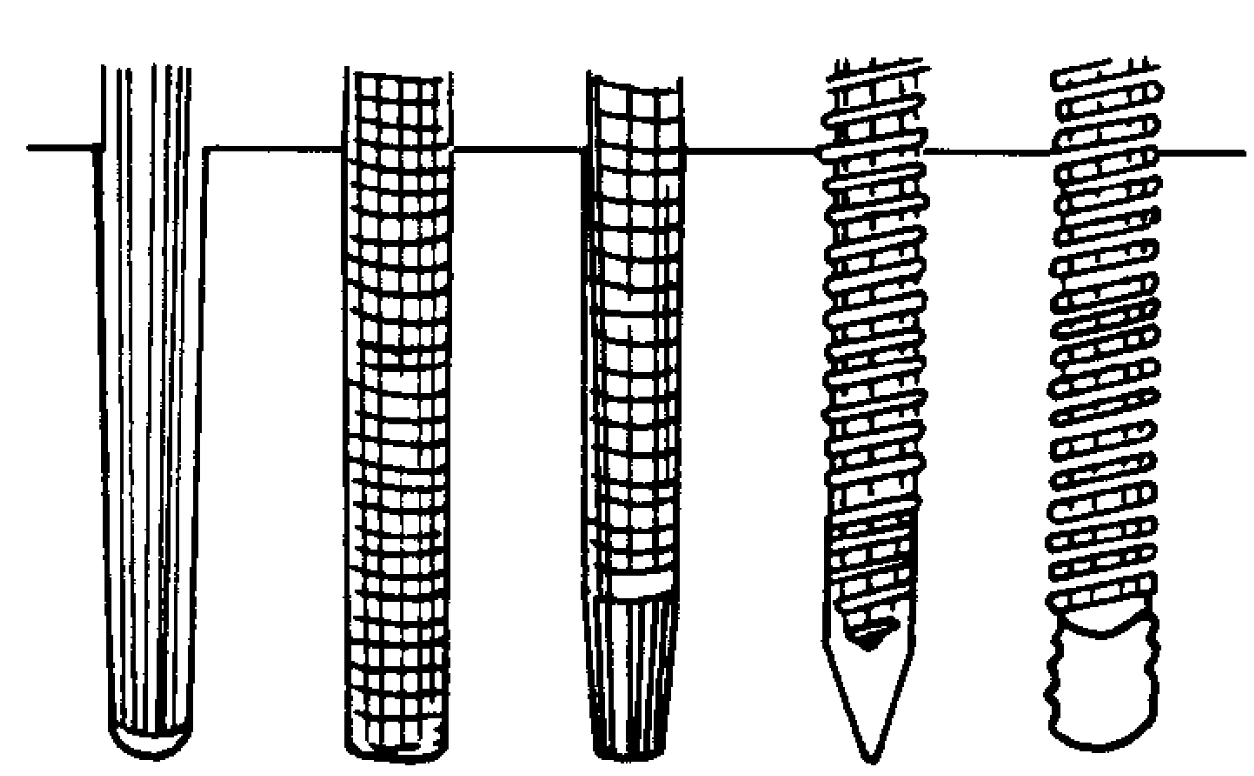


图 21-28 三类固位钉


图 21-29 各型根管桩

（一）粘固钉

系 Markley 首先设计、应用于临床，故亦称 Markley 钉。粘固钉（cemented pin, Markley pin）为有螺纹或锯齿的不锈钢钉，有成品出售，也可用不锈钢丝弯制。其特点是钉道直径略大于钉的直径，差值为 0.025~0.05mm，借助于磷酸锌粘固剂或聚羧酸锌粘固剂粘固于钉道内,此类固位钉固位力不强（图 21-28）。由于钉就位时几无应力，故

也可适应于经过牙髓治疗的无髓牙，或有可能折裂的牙。

钉就位时几无应力，因此也较安全，一般情况下不致导致牙裂；钉的长度可随需要决定，有利于Ⅰ类洞与咬殆过紧等患牙的修复；费用较低，且操作方法比较简易，易于掌握。但其固位力差，是三类钉中最低者，完全依赖粘固剂（磷酸锌水门汀或聚羧酸锌水门汀），如受力超过粘固剂强度，即可导致钉的松动，使修复失败；制作手续较繁，费时费事。

（二）摩擦固位钉

1966年由 Goldstein 应用于临床，有时也以生产厂商命名，称 Unitek 钉。一般为成品，其特点是钉道直径略小于钉的直径，差值为 0.025mm，利用牙本质弹性轻敲就位，靠钉与钉道间的摩擦而固位，圈位力为粘固钉的 2~3 倍（图 21-28）。

固位力优于粘固钉，且费用低于自身攻纹钉。由于钉就位时阻力较大，常不易完全就位。易于导致钉周牙本质产生微裂，尤其是当钉位距离釉质牙本质界不足 lmm 时，可能导致釉质劈裂.安全性较差。位置较后的后牙即很难保证方向的一致，虽设计有就位持器，也难以达到要求。因此，目前已很少应用。

（三）自攻螺纹钉

为带有螺纹的钉，靠自身的螺纹旋入直径略小的钉道内，钉上螺纹密度是三类钉中最密者，也最深。钉道径与钉径的差值为 0.038~0.1mm。亦系钉径>钉道。近年来，已有自攻自断螺纹钉问世，此钉有一狭窄的颈部，当钉旋到钉道底时，遇到一定阻力即于颈部自行折断。自攻螺纹钉靠钉的螺纹与钉道壁牙本质所形成的机械扣锁而固位，固位力强，为粘固钉的 5~6 倍。由于此类固位钉固位好，操作方便，造成牙裂的可能性较摩擦固位钉小，是目前临床上常用的钉型（图 21-28）。其操作简便而效果较好，不需使用粘固材料侧向应力及楔形力；由于除牙本质回弹性能外，还有钉道内壁螺纹所形成的机械扣锁，因此固位力在三类钉中最强，且随钉径而增加；钉就位后，必要时可用特制弯钉器使之弯曲成一定角度，以适应修复需要而又不致影响其固位。

二、成 形 器 械

充填复面洞，因缺少一面或一面以上的洞壁，需用成形片代替洞壁。选择长度和宽度适宜的成形片，根据牙的大小将成形片置于成形片夹上，利用成形片夹将成形片固定于牙上。

（一）传统成形片夹

用于邻殆洞形的成形片夹极为普遍，使用方便，能固定成形片，固定的成形片可以恢复牙的邻面外形（图 21-30）。使用时将成形片上的小孔套于成形片夹上，再将成形片置于已制备洞形的牙齿邻面，旋紧成形片夹上的螺旋，使成形片与牙面贴合，成形片夹位于殆面。

用于邻颊邻洞形的成形片夹.此成形片夹在牙体颊侧固定成形片。供后牙邻颊洞用的成形片系用不锈钢薄片制成，常用三种样式。一种供磨牙双面洞用，片的两翼各有三个小孔；一种供前磨牙邻殆洞用，较短，两翼各有两个孔；另一种是供后牙邻殆邻三面洞用的。片较长，无孔。应注意将成形片长边中有微凸边缘的一边贴近邻殆洞的龈壁。还要注意将片夹的喙放在与牙龈缘平行的位置。

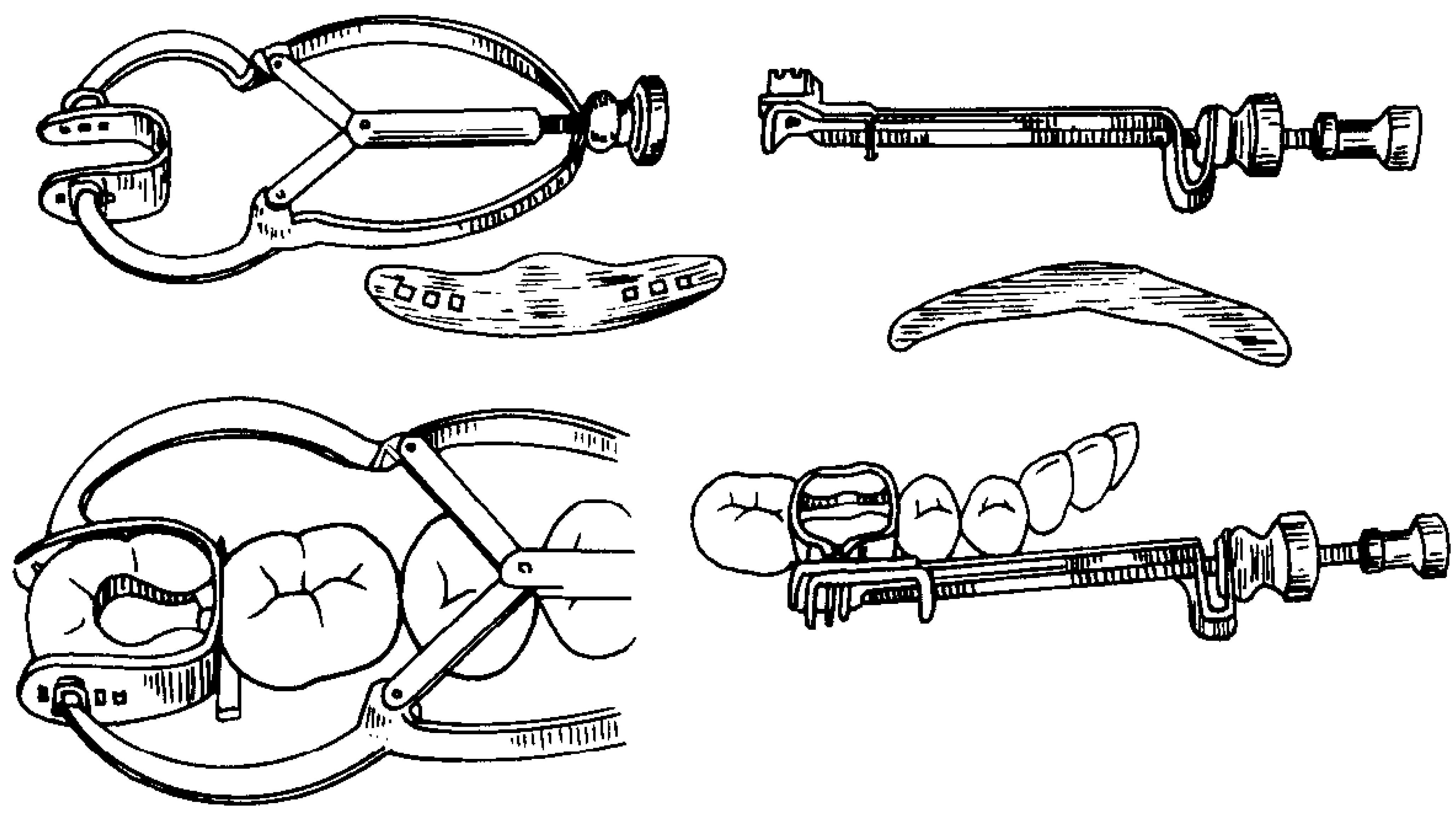


图 21-30　传统成形片夹

在成形片夹上安装成形片勿需在口中试，原则是近中邻殆洞形成形片弯曲方向向成形片夹外，即成形片位在夹中；而远中邻殆洞形成形片弯曲方向向成形片夹内，即成形片位于夹外。无论上下颌，成形片凸缘与成形片夹柄部始终反向。

如成形片未紧贴牙颈部，可在牙颈部安放楔子，使成形片贴紧龈壁洞缘的牙颈面，避免在龈壁处形成悬突充填，损伤牙周组织。先充填邻面部分，当充填至触点时稍松成形片夹，放松成形片的紧张状态，再继续充填，这样可以部分补偿牙的邻面外形。复面洞在拆除成形片之前先初步雕刻殆面形态，待银汞合金初步结固后，取下成形片再刻形。去成形片时，先取出楔子，放松成形片夹，将成形片贴紧邻牙，从颊侧或舌侧取出。用探针仔细探查除去邻面颈部充填物的悬突。

（二）palodent 成形系统

由成形圈和成形片组成，首先将成形片轻轻放至牙齿边缘并使用楔子，将成形圈用专用夹放于牙齿两侧以稳定成形片，再轻轻调整成形片以保护边缘并提供合适的位置（图 21-31）。与传统成形片夹比较，palodent 成形系统的成形圈体积小，使用方便，成形片无需通过其上的小孔套于成形片夹的喙上。可适用于复合树脂，银汞合金等多种充填材料。

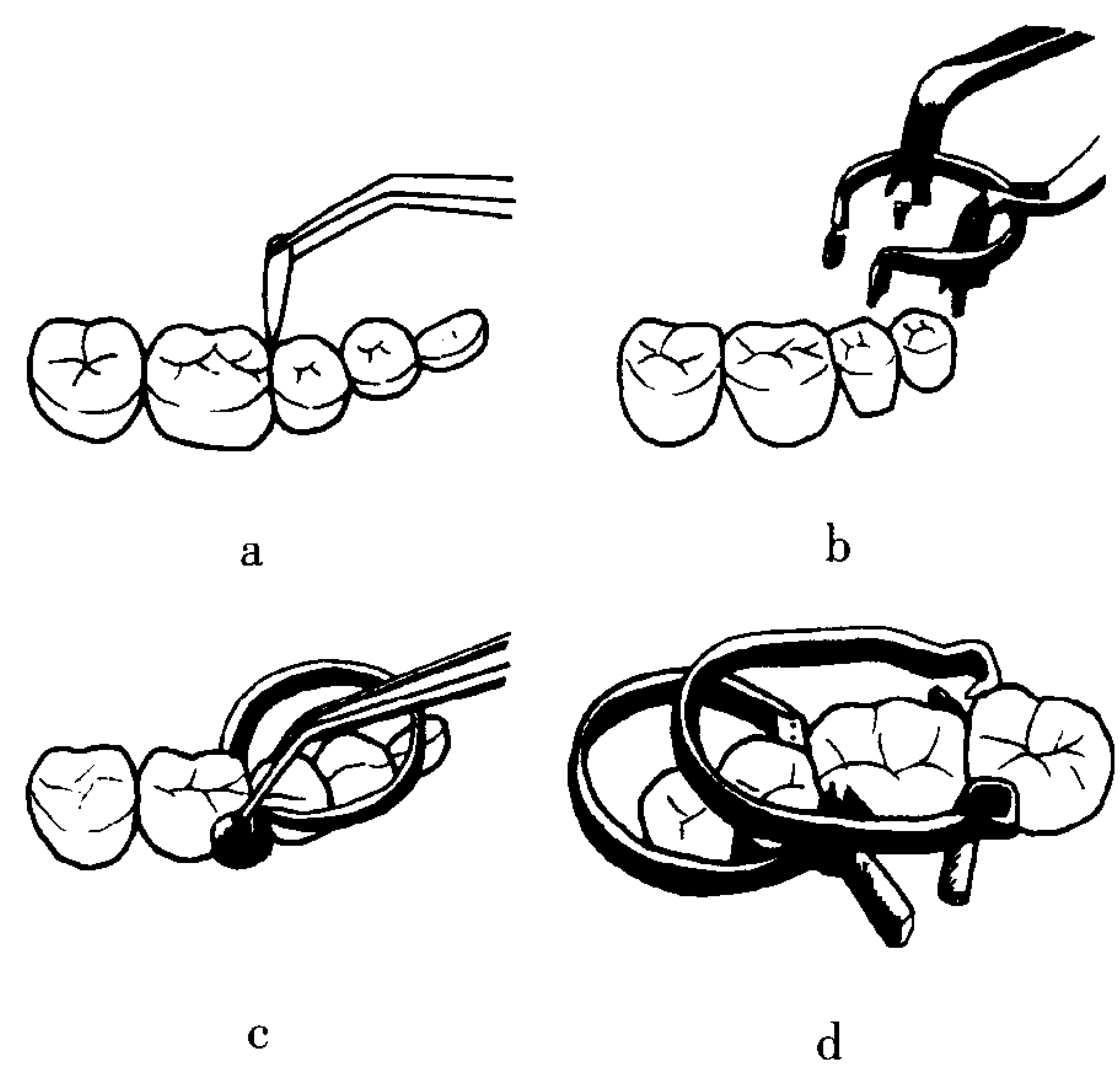


图 21-31　Palodent 成形系统

a. 将成形片轻推放于牙边缘并使用楔子　b. 将成形圈用夹子夹于牙两侧以稳定成形片　c. 轻轻调整成形片以保护边缘并提供合适的位置　d. palodent 成形圈方便分隔邻殆邻洞形

（三）成形圈

牙体缺损严重，一般成形片已不能满足需要，修复体愈大，也愈困难，必须使用成形圈。目前有以

下几种形式，各有其优缺点，可视牙齿缺损情况选用，但在需要恢复邻接关系者，圈应成倒圆锥状，并能随意调节圈径，以适合不同大小的牙齿。充填过程中与充填后刻形前，圈的轻微移动均可能削弱修复体，因此，对圈应加以固定。

在颊面尚完整的患牙，Tofflemire 成形片仍可置于颊侧应用，如颊面已大部缺损，为弥补持器所成缺口对成形的影响，可根据颊面宽度与高度剪一不锈钢片，置于缺口部位，龈端插入成形片于牙间隙，然后充填。

（四）自制简易成形圈

取材、制作均较简易。但为圆筒状，不能恢复邻接关系。制作程序如下：先以不锈钢丝取得遗留牙齿周径，剪断展开，转换为长度（图 21-32）；按牙齿周径长度延长 1/3~1/2，截取不锈钢片，并根据牙齿高度剪成 T 形；将 T 形的短横臂两端沿长纵臂边缘折叠成 90 度，使成盒形；将 T 形纵臂反转，尾端插入上述盒形槽内，随即将横臂两端压下夹紧，形成圈状；拉动纵臂尾端以调节圈的大小，与牙适合，然后将尾端反折，固定圈径；修剪圈底部，使与口腔内牙龈外形曲度适合，置于牙上加楔，即可充填。

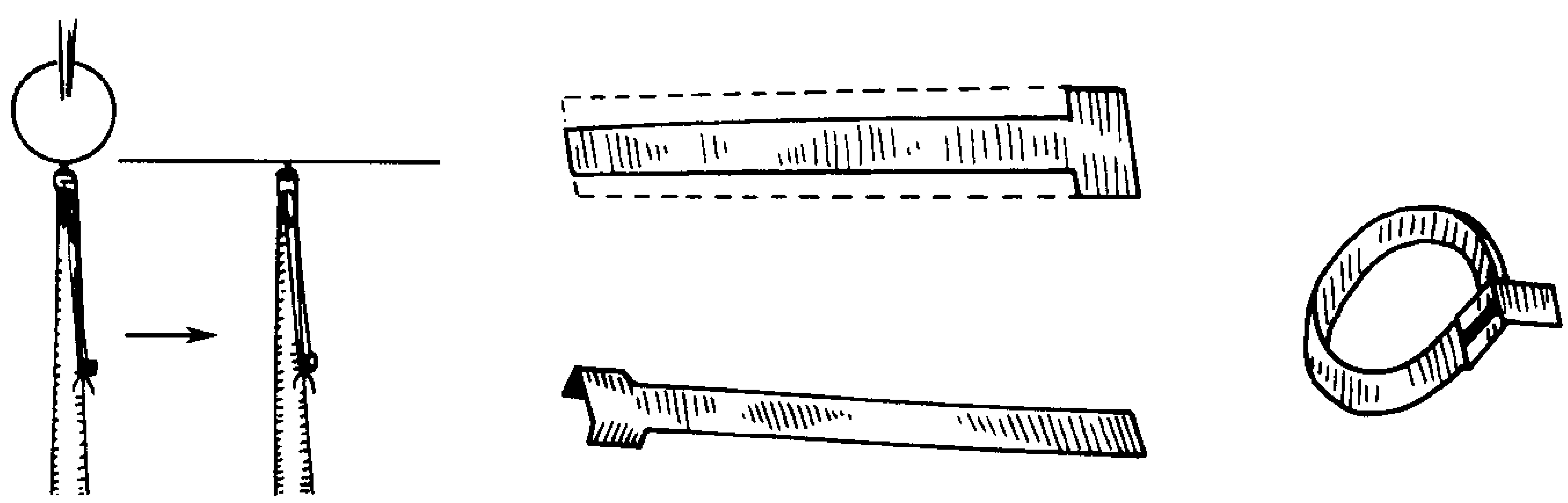


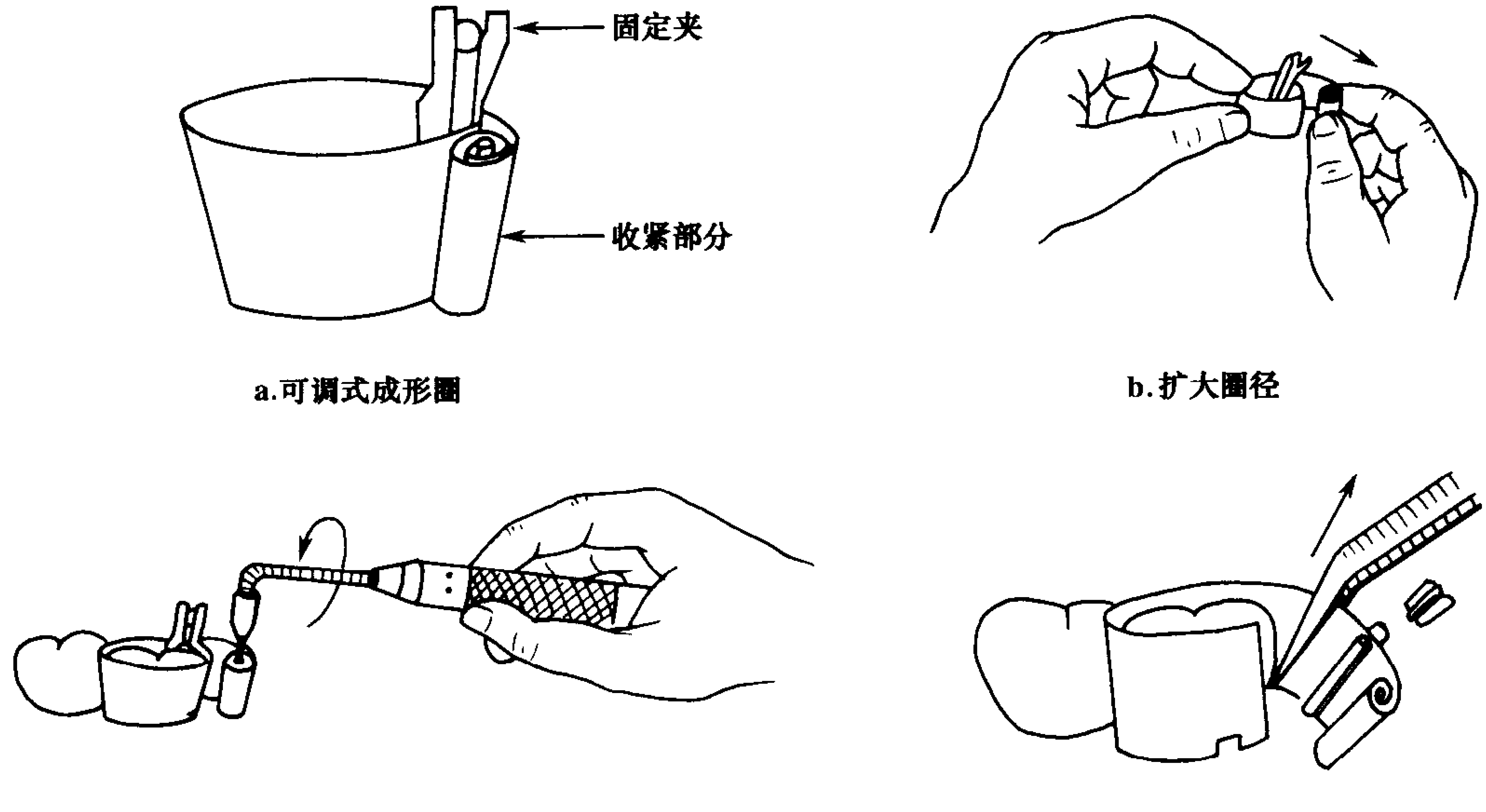
图 21-32　T 形片成形圈制作程序

（五）预成无缝铜圈

取材便利，且无持器，有较好视野而便于操作。在近、远中尚有牙体组织、邻接关系尚存者，尤为适用。但制作手续较繁，虽可用手钳成形，但有一定限度，基本上仍系圆柱形，影响与邻牙接触的紧密度。另方面，圈与牙不易完全密合而有间隙，导致充填时圈的移动或形成悬突。厚度自 0.025~0.1mm 不等，直径也有多种规格，高度在 10mm 左右，使用时可选择；与遗留牙体周径相似者，在牙上适合后，以探针在圈内壁上根据遗留牙尖或邻牙划出牙齿高度，取出圈按划痕将过高部分剪去。随后在酒精灯上烤成红色，立即置于水或酒精中淬火，使之软化，以便制作。首先，用弯剪刀将圈的龈缘部分按牙龈外形曲度或牙颈线（釉质-牙骨质界）修剪成形，并将边缘部分磨光。然后以手钳制作圈上相当邻接区部位的凸出外形与颊、舌面，并使龈缘内收，以利与牙的贴合。最后将邻接区用砂石或纸砂片磨薄。制作完毕后置于牙上，以圆凸器械压迫圈的颊、舌面龈缘，使与牙密合，加楔子，并在圈四周加印模膏，使圈固定，即可充填。

（六）可调式成形圈

系预成产品，由一长带状不锈钢片卷制而成。钢片一端为固定夹主体部分，通过一扣环的夹持而形成圈体，余部收紧而与固定夹相邻（图 21-33）。成倒圆锥状，利于恢复邻接关系。圈径可调，且可随意松紧。使用方便，节约时间。无持器，有较好视野。但当遗留牙齿组织龈缘较深时，圈收小后邻壁有变直倾向，影响与邻牙的接触。系一次



a.可调式成形圈　　b.扩大圈径

c.以紧圈器收小成形圈　　d.原新固定夹上端松开成形圈

图 21-33　可调式成形圈制作

性使用，花费较多。有不同厚度及高度，以适合不同类型与不同邻接关系（正常、过紧）的修复。

使用时左手持成形圈，右手拇指根据圈径与牙径的估计差值，将收紧部分展开，并将固定夹推移至展开位置，使圈径扩大，将圈置于牙上试合，注意其高度勿突出邻牙边缘嵴过多，并将固定夹置于颊（舌）侧；圈与牙基本适合后，将软簧紧圈器喙部置入收紧部中心，以顺时针方向转动助喙齿而使成形圈不断收小，至有咔嗒声，表示圈已与牙齿紧相贴合；将紧圈器一面反转、一面抽出，取出喙部，而圈则固定在牙上；必要时加楔子，尤其于牙齿邻面有凹陷时，更应注意。如加印模膏，须注意放置方向与楔子一致，高度应低于成形圈，以免将楔推出或有碍以后固定夹上端的剪断；殆面初步刻形后，以带有护罩的切钳剪断固定夹上端高出圈的部分，圈即可松开，用镊展开、取出。固定夹上端落入护罩以保安全。

（七）楔子

由塑料或木质材料制成，有三棱柱形或锥柱形，与后牙邻间隙形态相适应。配合成形片使用（图 21-34）。嵌在成形片与邻牙之间辅助成形片贴紧颈部牙面，有助于充填物在龈壁处的密合和成形，形成正常邻接关系，防止充填时银汞合金自龈壁挤出，造成悬突。

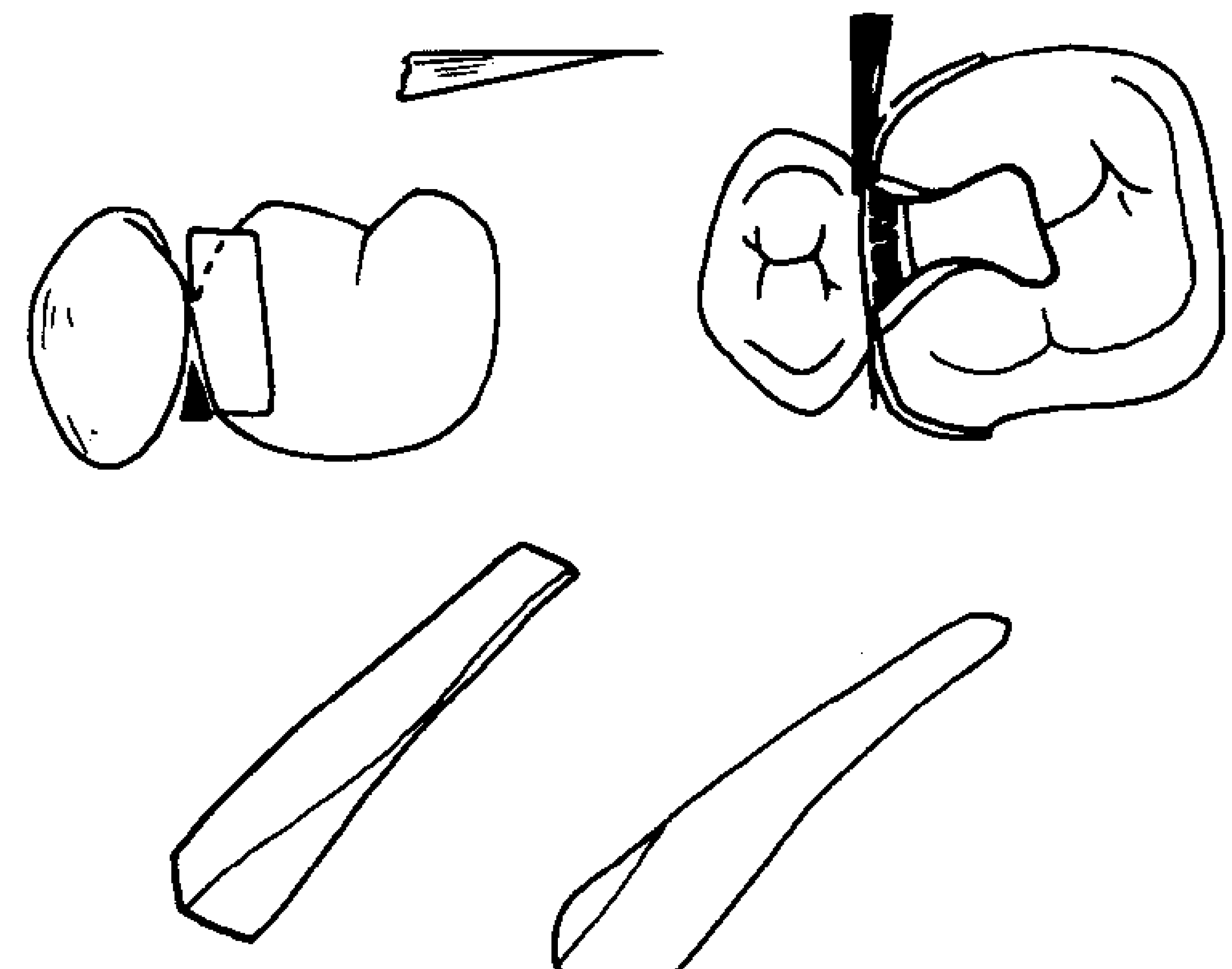


图 21-34　楔子及使用

（八）聚脂薄膜成形片

由聚脂薄膜制成，按图所示放入牙间隙，待材料放入洞后稍加压迫，再向唇舌两侧

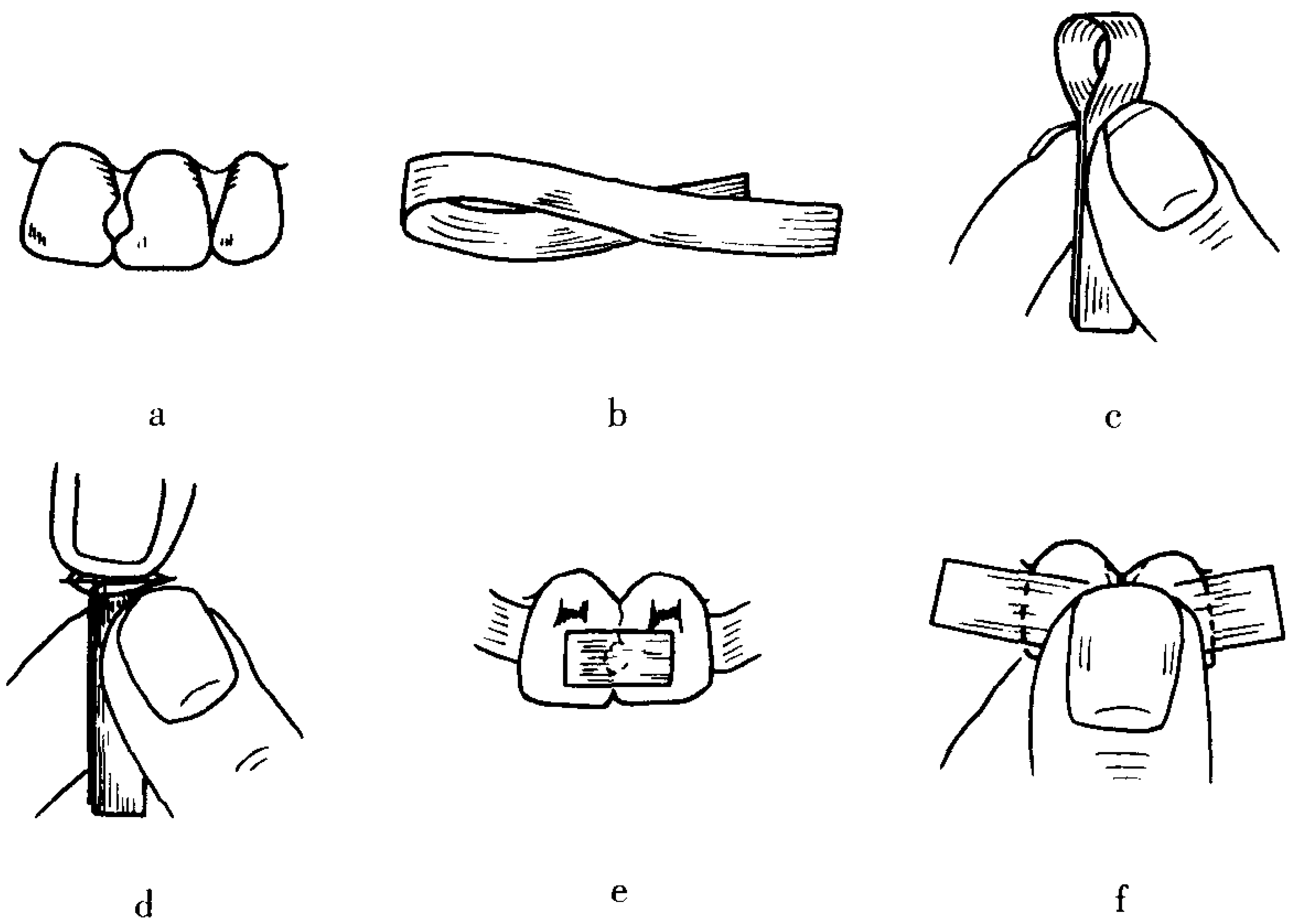


图 21-35　前牙成形片使用法

压紧（图 21-35）。

三、其他器械

（一）粘固粉调拌刀

分不锈钢调拌刀和塑料调拌刀两种，其工作端有两端或单端，刃口圆钝（图 21-36）。不锈钢调拌刀调拌磷酸锌粘固粉和氧化锌丁香油粘固粉等；塑料调拌刀调拌牙色材料，如复合树脂、玻璃离子粘固剂等。

（二）调板

有玻璃板和一次性纸板，用于调制各种粘固粉、糊剂等。

（三）三用枪

是牙科综合治疗台的一个装置。其喷头内有两根管子，分别连接水流和压缩空气，用枪上两个按动开关分别控制水流和空气；同时按动开关，则喷出气雾（图 21-37）。临床用于冲洗，冷试、干燥等。

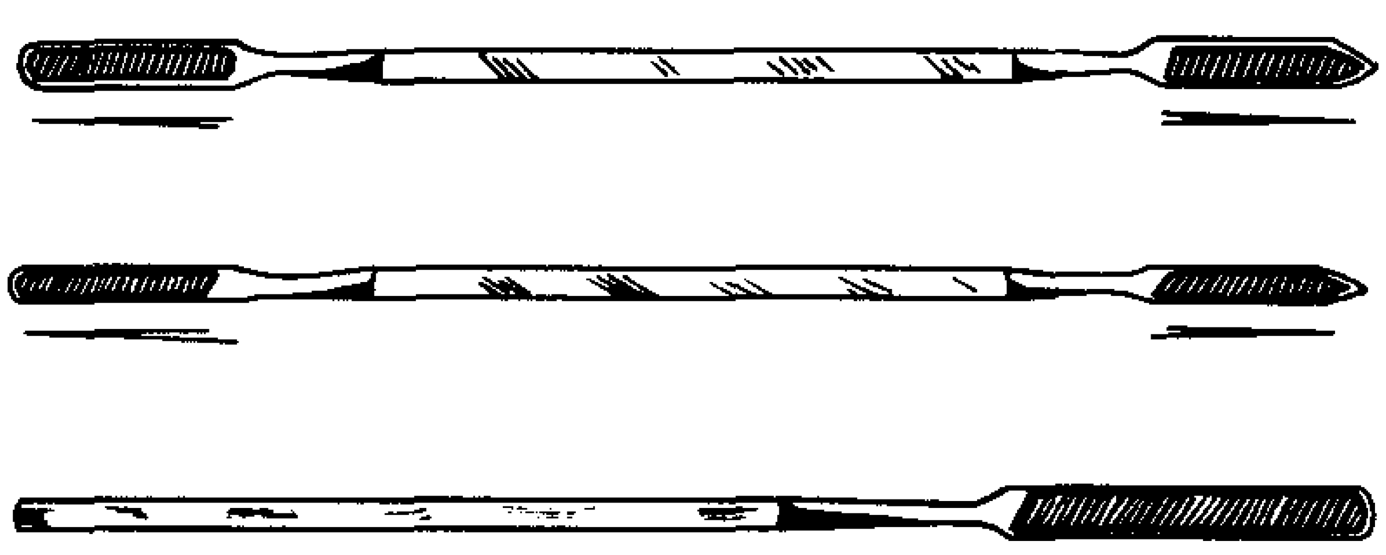


图 21-36　粘固粉调拌刀

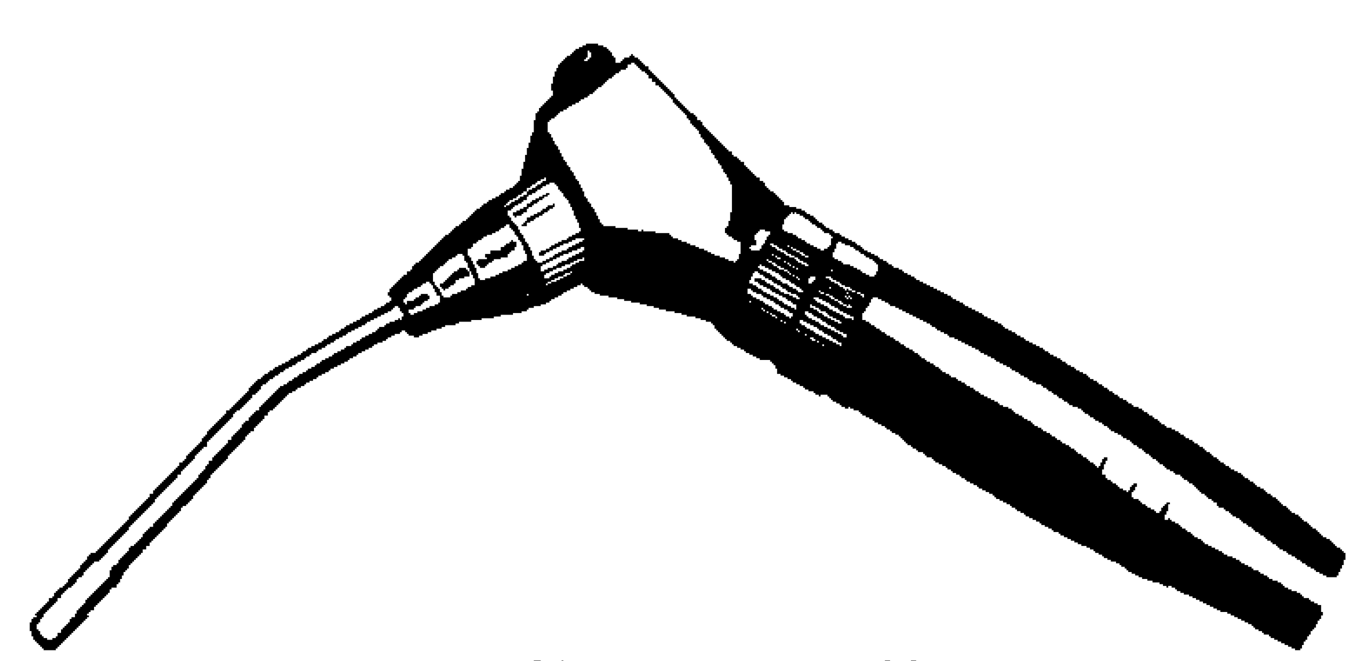


图 21-37　三用枪

（四）气枪头

气枪头铜制，全长 120mm。老式气枪与老式水枪结构相同，只是使用时挤压橡皮球（图 21-38）。使用时，吸取酒精灯火焰上热空气，对龋洞及牙面作吹干用。注意将气枪头中份一段可移动的木质圈置于前牙切嵴上，防止气枪烧热后烫伤患者粘膜。

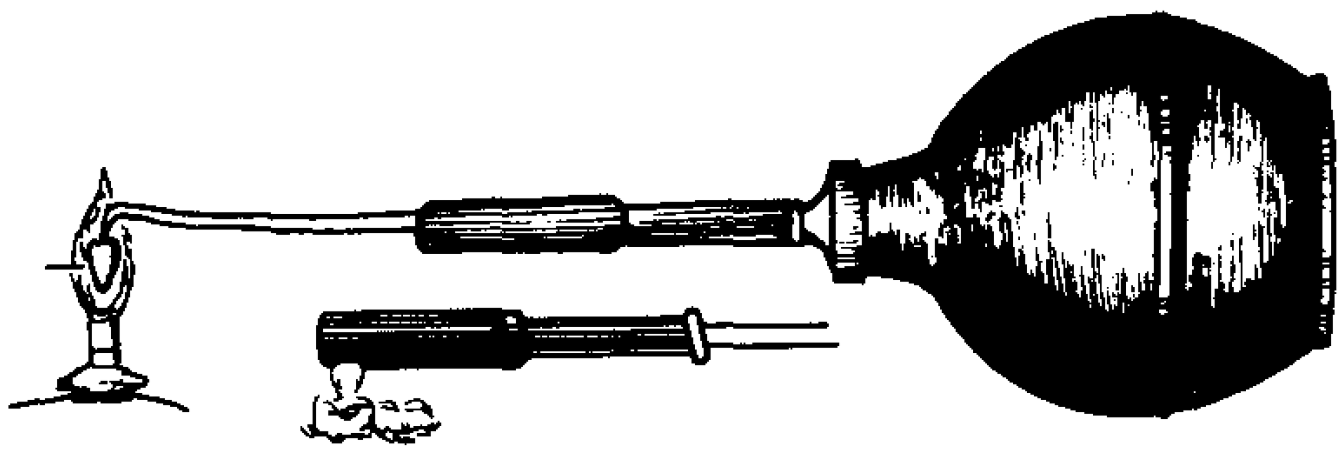


图 21-38　气枪头

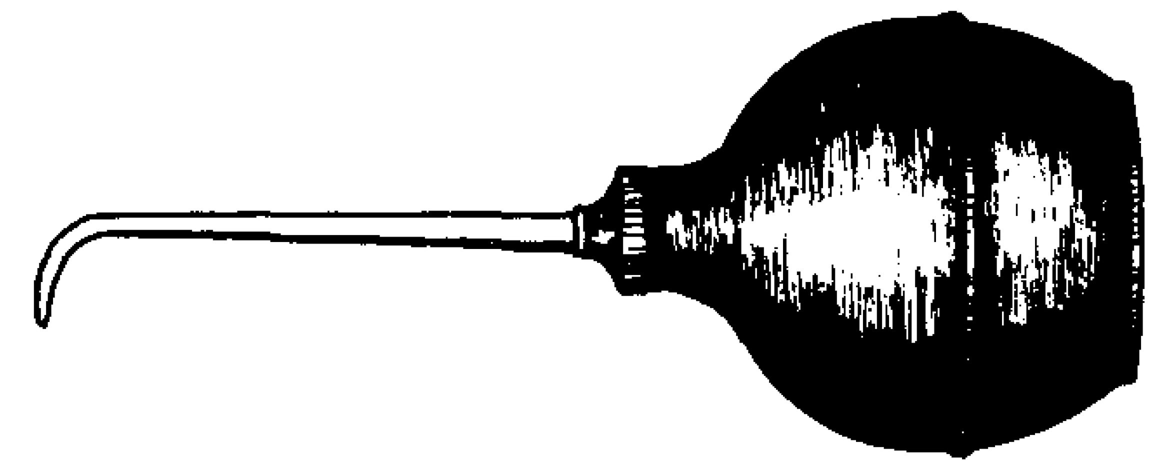


图 21-39　水枪头

（五）水枪头

老式的水枪头由金属制成，全长 120mm，一头弯曲，另一头旋接橡皮球（图 21-39）。使用时，挤压橡皮球可吸进冷水或热水，再挤压橡皮球则喷出水流。吸水后作冲洗口腔及龋齿窝洞用。

第六节　根管长度测定器械

判断根管的工作长度是根管预备过程中较重要的环节。一般根管的工作长度与根管的实际长度并不一致。根管预备只需达到根尖部的牙本质牙骨质界，该处约距根尖 0.5~1mm。研究表明，有 53.9%的根尖孔不在根尖处而是偏于一侧，距离根尖平均为 0.62mm。因此根管预备时器械所达的根管长度应比根管的实际长度短 0.5~1mm。临床传统的判断根管工作长度方法有指感法和 X 线片法。指感法即是通过将器械插入根管内，借助操作者的手感判断根管长度。该法不适于根尖孔敞开牙，且操作者须有相当经验。X 线片法是将某种根管器械或测量针与被检牙同时拍摄 X 线片，然后根据公式或测量板估算根管操作长度的方法。

目前随着科技的发展，已有各种专门用于根管工作长度测量的仪器。

一、手用器械

（一）手用根管扩大器械

手用根管扩大器械如 MINI 或 Maillefer 产品，每根器械上套有圆形、三角形或方形的橡皮片，有的厂家还设计了不同厚度的橡皮片，用不同颜色表示。白色 1mm，黄色 1.5mm，红色 2mm，蓝色 3mm，绿色 4mm，黑色 5mm。使用手用根管扩大器械可有两种方法确定根管长度:

（1）指感法：牙齿的长度约为 20mm 左右，有的稍短，有的则较长，按此参考长度选择合适粗细的器械插入根管内，探查根尖孔。在牙根发育完全的牙，根尖孔狭窄，器械至此有轻微的阻力，超出此处，阻力减小，患者会出现酸疼感，此法操作简单，但要求术者有丰富的临床经验，而且选择粗细合适的器械非常重要，要求器械既易于通过根管，又不易超出根尖孔外。还应注意器械插入根管不宜使用过大压力，以便感知阻力。

（2）X 线摄片法：多用于前牙。在拍摄 X 线片时，由于投射角度的变化，牙片上的牙长度与实际的长度有很大的出入，或伸长或缩短。将小号扩大器械按牙齿平均长度或按临床经验插入根管内一定深度，拍摄 X 线片测量。因为预备只需要到达根管根尖部的牙本质-牙骨质界，该处约距根尖 0.5~1mm。据研究，有 53.59%的牙根尖孔不在根尖而偏于一侧，这些不在根尖的根尖孔，距离根尖平均为 0.62mm，所以器械到达根尖的实际长度应比牙齿长度短 0.5~1mm。按根管器械的实际长度，如下式计算出牙的实际长

度，再减去0.5~1mm，即为工作长度。此法是我们临床上最常用的。但拍摄X线片时，X线球管的角度通常很难与牙体长轴垂直，特别是在有牙根弯曲、牙体与牙冠长轴成一定角度时，此法误差较大。

$$工作长度=\frac{X线片上的牙长\times器械实际长度}{X线片上的器械长度}-1mm（或0.5mm）$$

临床工作中，指感法和X线摄片法可结合使用。

（二）刻度诊断针

外形似光滑髓针，但每一毫米呈粗细相间的藕节状（图21-40）。插入根管后拍摄X线片，根据X线片的影像确定工作长度。

（三）B-W刻度板

由Best设计，专门用于牙齿长度测量的一种测量板，是一种X线片影像的伸缩图表计算法（图21-41）。用10mm长金属测量针，与被检牙纵轴平行用软蜡固定在牙冠上，拍摄X线牙片。将X线片上的测定针与刻度板上的置测量板上10mm标记线重叠，同时读出相应狭窄部的刻度以确定工作长度。

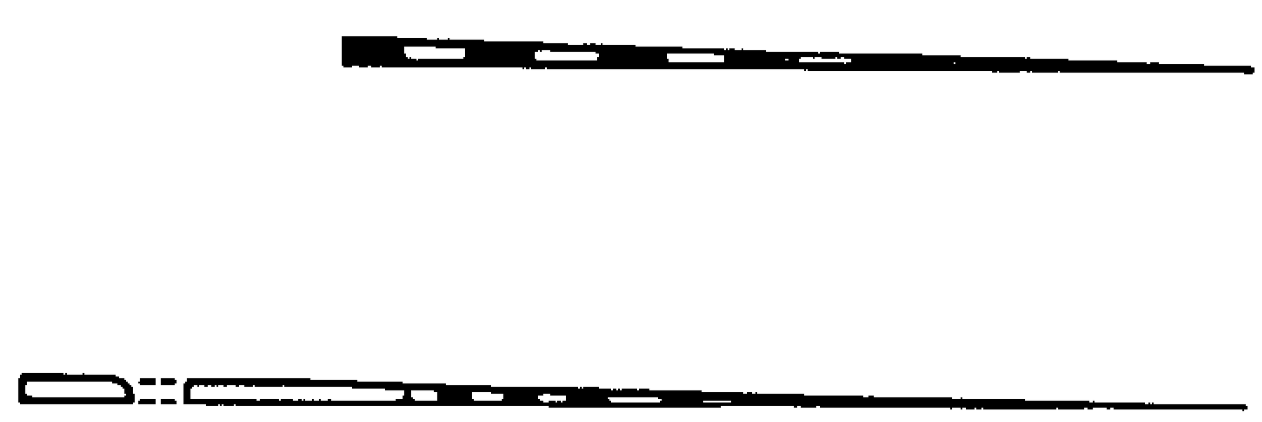


图21-40　刻度诊断针

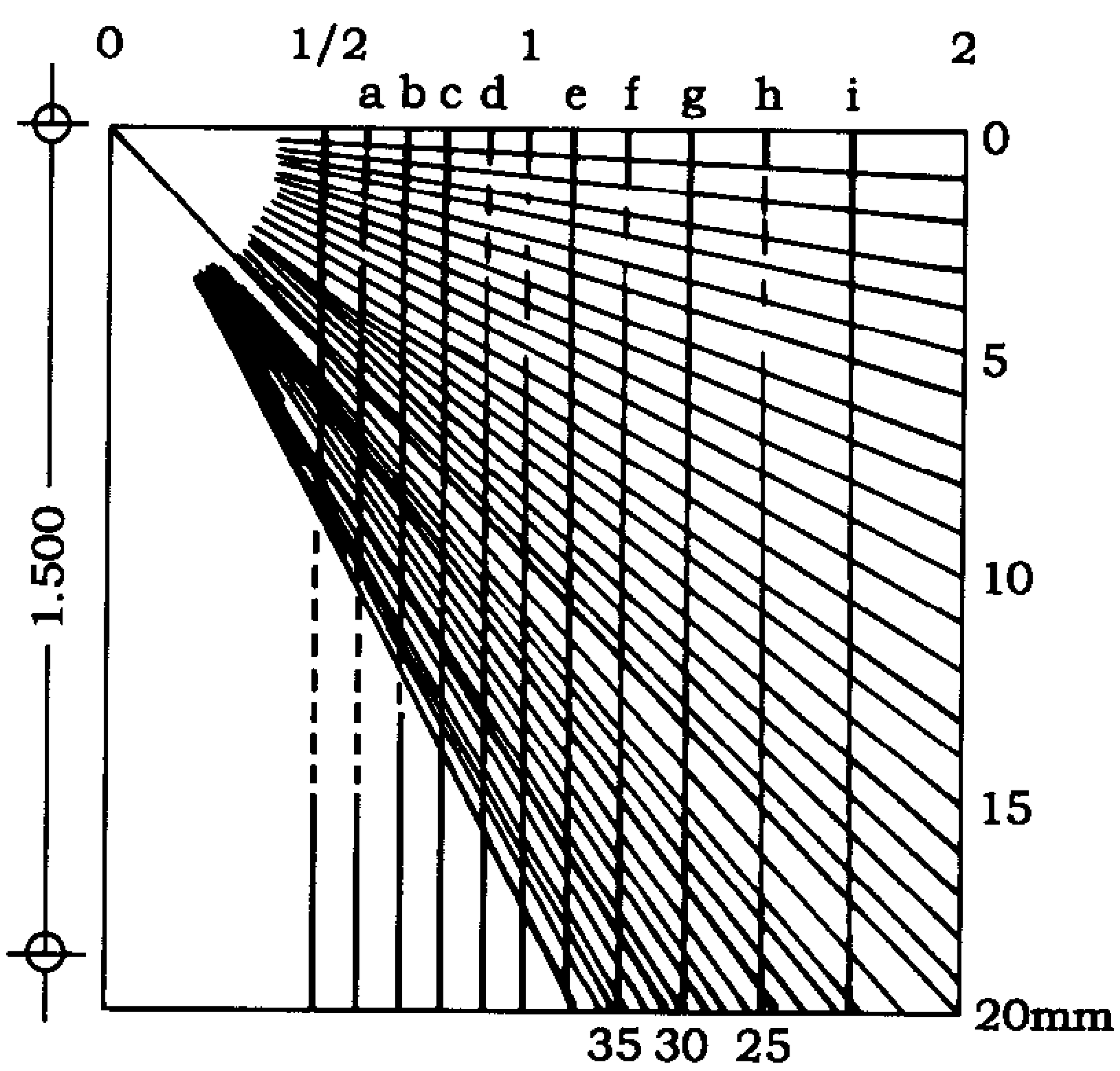


图21-41　B-W刻度板

（四）根管毫米尺

将塑料制成1mm间隔方格的薄板，配合X线摄片法使用，测量根管器械的实际长度及X线牙片上的牙长度与根管器械长度。目前仍是测量根管长度的最佳方法。

（五）根尖探测器

由软塑料箭形杆及不锈钢细套管组成，杆的尖端有1mm长的倒钩斜向末端。测量时将箭形杆经套管插至根管根尖处，退出套管，然后将箭形杆向根尖推进，如有已到达根尖孔的感觉后，再推进少许（约1mm），然后轻轻向冠方稍提起，确有阻力感时拔除箭形杆，测量杆上的标记至最近的一个变形的倒钩间的距离即为牙齿工作长度。

二、电子根管长度测定仪

在测量根管长度和观察根管形态方面，X光虽然是标准的医疗手段，但对于三维的

生物系统而言，它仍只能提供二维的图像。与 X 光配合使用的根管长度测定仪是最为有效的附件。它能在使用 X 光测定之前，预先测定根管的工作长度，钙化的髓室以及根尖孔的位置。现在，电子根管长度测定仪已经发展成为定位根尖孔的牙本质牙骨质界的精密仪器。大多数的测定仪向根管输入温和的交流电，然后检测根尖组织和口腔粘膜（唇钩）之间的阻抗。这些测定仪都装有线路，能自动测量在电极之间流动的交流电，计算根管锉尖端和口腔粘膜之间的阻抗，再利用阻抗探出根尖孔的位置。仪器的显示和指示各不相同，许多仪器都能以毫米为单位，数字显示根管锉尖端到根尖孔的距离，此外，一些仪器有提示灯或提示音，也有的仪器三者俱备。根管长度测定仪的最新发展包括微处理器，可测量多种频率的转换阶段以及根管测量过程中产生的根尖电容。在解剖的变化性以及根管内有混合液体的情况下，这种微处理器能保证精确的测量。

用电子仪器测量牙长与拍摄 X 线法相比其优点是操作简便、经济、迅速、避免 X 线的危害。其缺点是须先预备髓腔，在有坏死组织碎片，髓腔内有金属充填物、有髓石或异物存在，根尖尚未形成，意外穿孔，根管内潮湿如有脓血、唾液或冲洗液等情况下不准确或易发生误差。

（一）直流电阻测定器

1942 年，Suzuki 在狗的实验研究中发现根尖周膜与口腔粘膜之间的电阻基本恒定，约为 6.5kΩ。砂田（1953 年）首先倡导用直流电阻测定器测量牙长度，其原理是从根尖孔通过牙周膜至口腔粘膜的电阻值大体上恒定，不受测量对象不同牙齿、牙长、牙齿状态、年龄、性别等影响。由两根外联导线与仪器表盘组成。使用时将一根导线与准备插入根管的 15 号扩孔锉相连，另一根导线与 2.0cm×2.5cm 的不锈钢片相连作为阴极固定在口腔粘膜上，用 15 号扩孔锉作为阳极徐徐插入根管内，用测定器检查根管，发现牙周膜一口腔粘膜间电阻值平均为 6.5kΩ 以此为标准，当阴、阳极之间的电阻大于 6.5kΩ 时，表明阳极针尚在根管内；当电阻小于 6.5kΩ 时，表明阳极针已穿出根尖孔；当电阻等于 6.5kΩ 时，表明阳极针恰好到达根尖孔处，由此即可测得牙长度。现在本法已开始普遍应用，根据此原理制成的产品有根管测量仪（endometer）、电子测量仪等。

（二）发声探针

原理为牙龈沟-口腔粘膜的阻抗等于牙周膜-口腔粘膜的阻抗。即在测量器内装一音频振荡器，能通过扬声器产生音响，其音调可由调度盘调整。先将阳极针置于测量牙的龈沟内，调电流直至产生音响，称为龈沟音。将龈沟音作为标准，再将阳极针插入根管内，随着逐渐向根尖孔接近，阻抗由小变大，声调由低变高，当与牙龈沟产生的声调一致时，即表示已到达根尖孔，据此测得工作长度。若根管中留有坏死组织残端、牙髓石或异物，或探测器械与金属修复体接触时，上述测定器会出现误测。

（三）根尖定位仪

设计原理是电极间阻抗差异的最大值取决于所用交流电的频率。使用两种不同的频率时，电极间的阻抗差异在根管的颈部相对恒定，在根管尖部逐渐增加，在根管最狭窄处最大。测定仪的阳极与小号 K 锉相连，阴极与口腔粘膜相连。该仪器由主机（液晶显示器及微处理仪），反角电极和夹持器组成。其特点为：可自动换算，勿用调至零；根管内可存留血液、冲洗液（根管内必须存留可导电的溶液，如次氯酸钠，否则不能获得正确读数），但应尽量去除牙髓及坏死组织；扩孔锉插至根管内的深度，与显示器一

致，能将微小的进入根管长度的变化在显示器上放大显示，并可任意设定根管长度的信号位置。若显示屏上读数过低，一方面检查根管是否过于干燥，另一方面拍摄 X 线片加以核准。读数以 Apex 和红色箭头闪亮并有声音提示为准，此即意味着锉尖接触到根周膜，读数减 0.5mm 即为工作长度，测定时所用的电流极微弱，患者无不适感。（图 21-42）

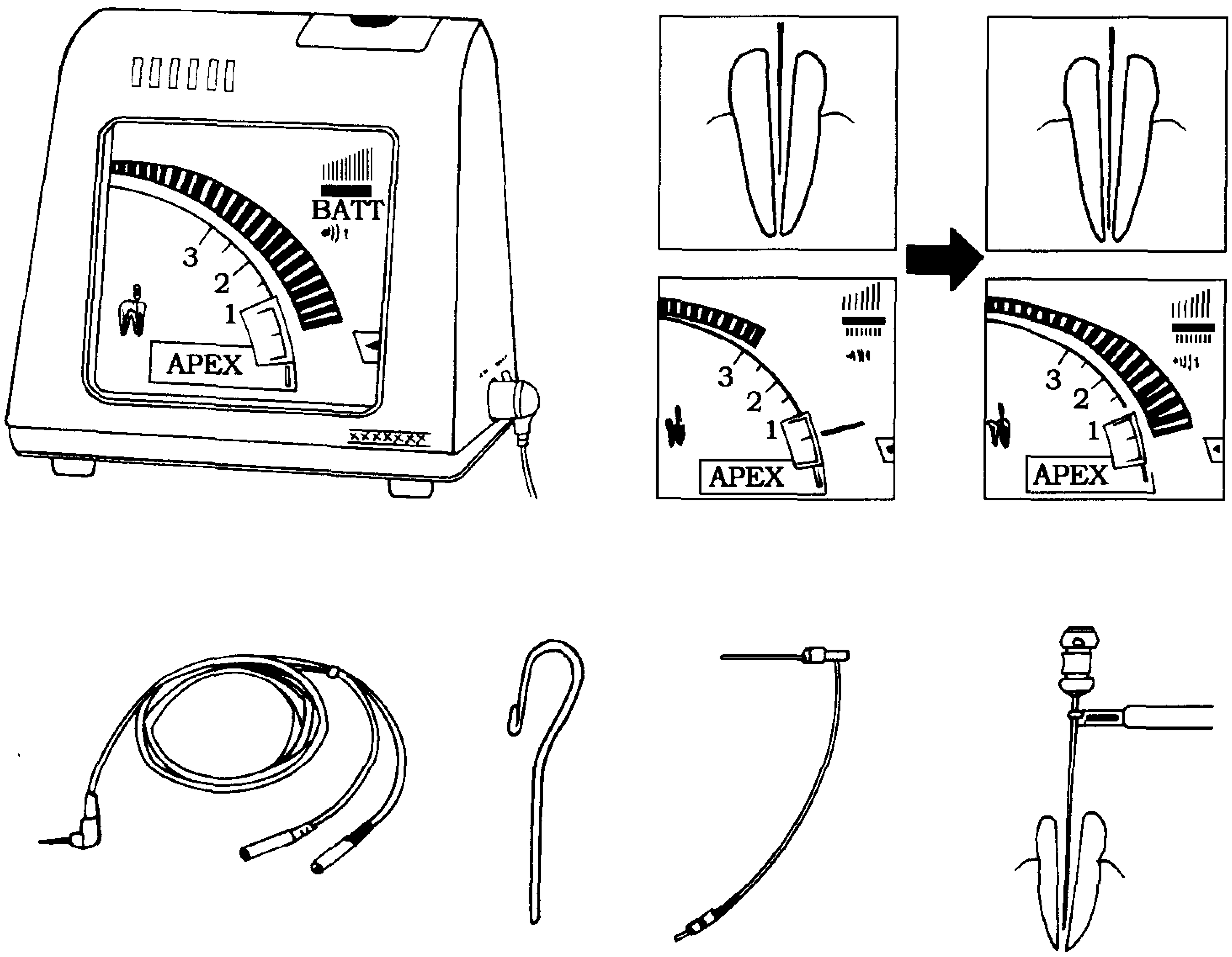


图 21-42　根尖定位仪

第七节　根管扩大器械

根据 ISO（international standards organization）分类标准，根管预备器械可分为手用器械（hand-operated instruments）（第Ⅰ组）和机动器械（powerdriveninstruments）（第Ⅱ、Ⅲ组）两大类。手用器械即第Ⅰ组中主要包括光滑髓针、拔髓针、扩孔钻及各种根管锉，主要用于粗略去除牙髓组织和残屑，以及初步进行根管修整。机动器械又可包括两组，即第Ⅱ、Ⅲ组，第Ⅱ组是以闩式（latch- type）转接器替代手用器械即第Ⅰ组器械的柄部，使其可插入低速弯机头中操作。第Ⅲ组与上述结构基本类似，也有一个闩式附件，所不同的是整个器械是一个整体，即闩、柄以及切削端牢固地连在一起。光滑髓针、倒钩髓针、K 型扩孔钻、K 型锉和 H 型锉是最老的手用器械。

近年来，有许多新器械问世，从材料、形态设计、动力等方面都给根管预备带来极大方便。

根管器械原来均为碳钢制成，但由于其接触腐蚀性化学物质如碘、氯或在蒸气消毒过程中易于腐蚀，已逐渐被淘汰，由不锈钢器械取代，从而大大提高了器械的质量。近

年来，出现了新型的镍钛合金根管器械，由于镍钛合金是一种奥氏晶相和马氏晶相转化的“形态记忆合金”，弹性模数小，制成的器械具有较好的弹性，成形弯曲根管的效果较好。

形态设计通常改良包括以下三个方面：改变器械的横截面形态；改变螺刺切缘的深度与角度；改变器械尖部的设计。研究表明，即使是很细小的改进，都可能显著改变器械的物理和机械特性，如切割效率，抗扭强度及弹性等，在临床操作中则可明显提高工作效率。

动力方面：从用手操作发展为回旋手机、直动手机、混合手机、旋转手机、声动及超声手机驱动等。

由于新型根管器械的不断出现，根管器械的分类已逐步淡化或有所侧重，目前的ISO分类尚不能概括所有根管预备器械。

1958年Ingle博士对于根管器械和充填材料的标准化问题进行了严肃的讨论，他要求牙齿器械制造者提供标准化的产品，这一建议使牙科器械得到进一步发展，使世界各地牙髓病临床得以使用规格统一的标准化牙髓器械。ISO、FDA、ADA、ANSI合作，ISO和FDA 3630/1号针对K型锉、H型锉、倒钩髓针、锉。其中ANSINo.28针对K型锉和K型扩孔钻；ANSINo.53针对H型锉。扩孔钻和锉的长度有19mm、21mm、25mm、31mm四种，19mm多用于乳牙，31mm多用于尖牙。刃部长度为16mm，刃部尖端横断面直径为D1，末端为D2，D：较D1多0.32mm，锥度为0.02mm/mm。器械尖端角度为75±15度。器械编号为10#~140#，其中10#~60#每隔5数递增一号，60#以上每隔10数增一号，器械的号码根据公式Dl（mill）乘100计算。例如D1为0.10mm的器械就是10#，并以此类推。从15#开始按白、黄、红、蓝、绿、黑顺序作颜色标志，10#为紫色。10#以前另加两个细号，分别为6#（粉红）及8#（灰色）。（表21-1）

表21-1　各号扩孔钻和根管锉的国际标准规格

号码	D_1（mm）	D_2（mm）	颜色	号码	D_1（mm）	D_2（mm）	颜色
006	0.06	0.38	粉红	055	0.55	0.87	红色
008	0.08	0.40	灰色	060	0.60	0.92	蓝色
010	0.10	0.42	紫色	070	0.70	1.02	绿色
015	0.15	0.47	白色	080	0.80	1.12	黑色
020	0.20	0.52	黄色	090	0.90	1.22	白色
025	0.25	0.57	红色	100	1.00	1.32	黄色
030	0.30	0.62	蓝色	110	1.10	1.42	红色
035	0.35	0.67	绿色	120	1.20	1.52	蓝色
040	0.40	0.72	黑色	130	1.30	1.62	绿色
045	0.45	0.77	白色	140	1.40	1.72	黑色
050	0.50	0.82	黄色				

近年来，一些制造商提出了修改扩孔钻和锉的大小规格的建议，在15#至60#之间插入半号，器械的大小依次为15#、17#、20#、22#等。与标准化器械相比，这种器械在顺序预备根管时，换号后直径增加较少，较易进入原定的长度。也有制造商引入后一号

较前一号直径增加29%来代替实际增加0.05mm的概念，这样，小号器械直径增加较慢，有利于细小根管的预备。

一、第Ⅰ组器械

（一）光滑髓针

光滑髓针（smooth broach）为弹性不锈钢制品或碳素钢制，是将钢丝压成锥体，其横断面一般为圆形，也可为角形（三角形、四角形或六边形），从粗到细为000、00、0、1、2、3，长度为52mm。表面光滑，工作端逐渐尖细，有弹性（图21-43）。主要用于探查根管口或探测根管粗细、长度、方向和障碍物的有无，角形光滑针可缠绕棉纤维，作成棉捻，作为吸干根管或封药用。

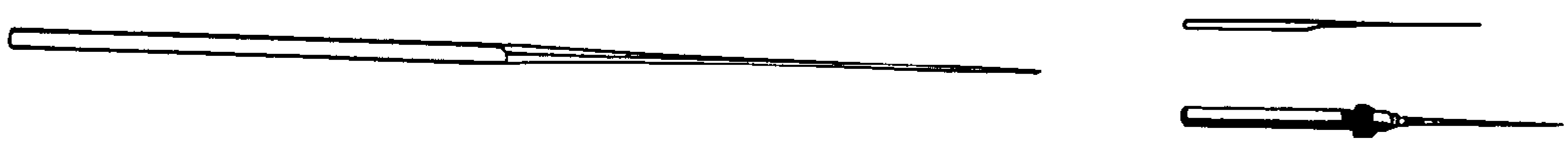


图21-43 光滑髓针

（二）拔髓针

由不同直径的弹性不锈钢制品或碳素钢制制成（图21-44）。倒钩从器械核心伸出，尖端朝向杆方，围绕柄呈非同圆心排列，以保证力量在任何部位都不会过度削弱。拔髓针（barbed broach）型号从细到粗为000、00、0、1、2、3，长度为52mm。锥度为0.007~0.010mm/mm。

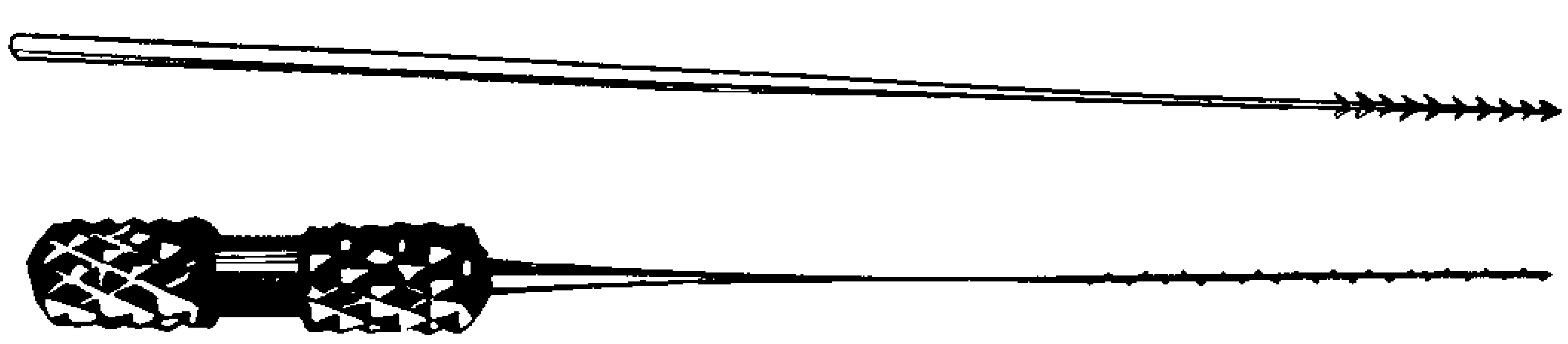


图21-44 拔髓针

拔髓针不切割牙本质，特别适用于去除因砷剂或多聚甲醛作用而凝结、纤维化失活的牙髓或取出遗留在根管的棉捻或纸捻。

使用时，器械缓慢进入根管，与根管壁轻微接触，顺时针或逆时针旋转，旋转角度不超过180度，通过凸出的倒钩将牙髓组织缠绕在拔髓针上，然后径直退出根管。如果手法正确，可将牙髓完整拔除。如果牙髓破坏严重，基质的溶胶状态由于水肿而遭破坏变成胶原纤维网，拔髓针就可能难以将牙髓完整地拔除。器械在根管中很宽松的情况下，造成折断的危险性不大。由于在髓针表面作一系列切口，削弱了髓针本身的抗折能力，在受压扭曲时，易于折断。使用时，如在根管内遇到阻力，切勿用力压入。然而，拔髓针一旦楔入根管壁，如果试图将其从根管中去除需适当施力，这样，就有可能出现拔髓针杆部折断，或者至少使锋利的倒刺尖端插入根管壁、倒刺折断。因此，不能用拔髓针修整根管壁。

（三）髓针柄

为不锈钢制品，用于夹持拔髓针和光滑髓针（图21-45）。



图21-45 拔髓针柄

（四）扩孔钻

扩孔钻（reamer）由针状原材（分别为弹性不锈钢，碳素钢、镍钛合金等）拧曲而成为有螺槽的根管内预备器械，螺槽在加工时是被严格控制（每 1mm 为 0.5~1.0 个螺槽锥形螺旋钢丝制成，其横截面呈三角或四边形，因此沿着螺旋构成锐利的切缘。通常小规格（15~50 号）扩孔钻的横截面为四边形，而大型号为三角形。螺纹较稀疏，工作段每 1mm 只有 1/2 刃槽。

当器械在根管内顺时针向转动时，其刃口可切削根管壁的牙本质，旋转角度一般为 1/4~1/2 圈。逆时针向转动，则可将糊剂类充填料送入根尖部分。扩孔钻用于扩大根管，以及对不规则形状根管进行修整，使管腔横截面为圆形。其基本功能是进行半圈旋转提拉运动，修整根管壁，并将牙本质残渣从根管中去除。但需注意的是，若旋转角度过大时，器械可被根管壁卡住，并出现塑性变形甚至折裂。

（五）根管锉

根管锉（files）是应用最广泛的根管预备器械。主要是通过反复多次用力将器械插入根管内一定深度遇阻力后，迅速沿根管壁提拉退出，然后再次进入根管，如此反复锉除根管壁牙本质，预备根管。最基本的主要包括 K 锉（K–file）、H 锉（H–file）和鼠尾锉（rasp）几种类型（图 21–46，47）。近几年出现了一些改良型根管锉如 flex–R 锉、K–flex、Unifile 和 S 锉等。

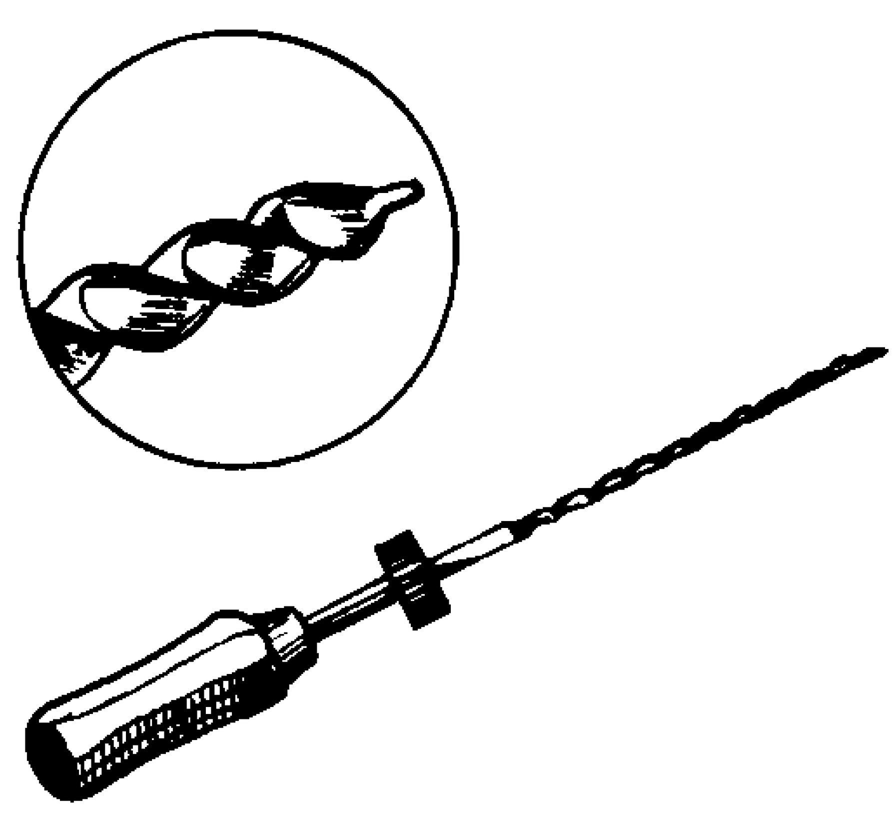


图 21–46 K 形根管扩

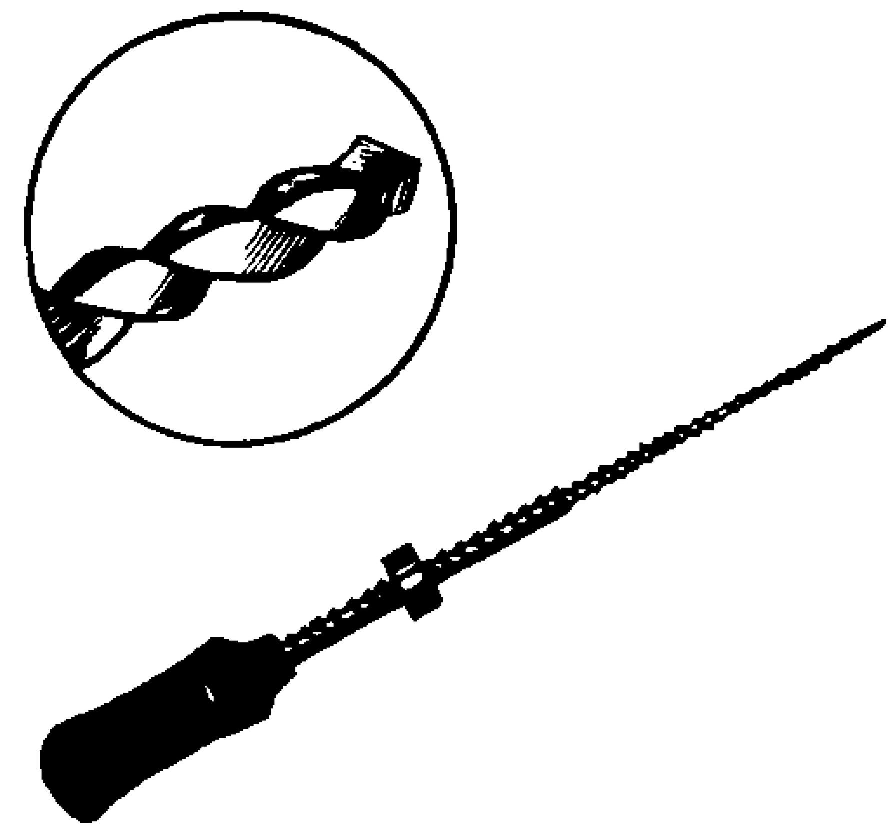


图 21–47 K 形根管锉

1. K 型扩孔锉（K，typefile） 于 1901 年由 Kerr 公司首先设计并制作，所以称为 K 型扩孔锉。是用截面为三角形或方形的金属丝拧制而成。K 锉比同类其他的器械坚韧，其主体扭曲成螺旋状，螺距为 0.88mm，螺纹较扩孔钻密，1mm 有 1.5~2.5 刃槽，大约是扩孔钻的 2 倍。螺纹状结构构成的刃与轴成钝角。K 型锉刃口越接近基部，越近乎直角。因此操作时可用旋转和提拉动作。是同类根管器械中较坚韧、应用较广泛的一型。不能大块去除牙本质。现在，扩孔钻或扩孔锉的坯形有变异，有的横断面为方形，有的横断面为三角形。

K 锉的工作强度与轴扭曲的程度、形状以及扭度密切相关。如果扭曲程度相等，同种类型器械体积较大者产生的工作强度也相应较大，这是由于其表面积和边缘张力较大造成的。因此，横截面为四边形的器械因其表面积较大，与横截面为三角形者相比，具有更大的工作强度。扭曲程度越高，工作强度就越大。扩孔钻扭曲度只有同一型号 K 锉的一半，因此其工作强度也为其一半。60 号 K 锉大约比 20 号 K 锉大三倍，扭度约为其 3/4，产生约 2.5 倍的工作强度。

K锉横截面的形状也非常重要。截面为三角形的K锉需旋转120度才能完成一周根管壁切削运动，而截面为四边形者只需旋转90度。截面为三角形的器械因其切缘较厚而产生锋利的切削作用，因为它与根管壁的接触角较小。截面为菱形或长斜方形的器械由两个锐角和两个钝角组成，可以提高四边形器械的切削效率。当切刃在根管壁上运作时，会产生强大的压力和扭力而导致管腔内壁牙本质发生折裂，发展到一定程度时，产生的碎屑就会脱落。由于四边形K锉与三角形K锉在表面积、延展性以及与根管壁接触角等方面的不同，临床使用时的效果也有显著差异。一些制造商将较小号的器械如NO.30K锉制成四边形，而大号的器械如NO.30K锉制成三角形，就可使两器械间弯曲硬度不陡然上升，即使器械柔韧性相对增加如果忽视了器械轴形状的改变而顺势加力，必然导致器械折断。

根管预备时，只有用K锉的旋转运动，根管横截面才可能呈圆形。在相对较直的根管中，达到根尖1mm水平的概率为80%，而对于严重弯曲根管大约为33%在作扩管动作时一般不会偏离圆形形状，然而，在进行锉拉运动时，可能会有很大偏差。

微钻（microdrill）技术在K锉制造工艺中的应用，使该器械切缘变得十分锐利，同时柔韧性也得到提高。已经证实，横截面为三角形的K锉具有良好的扩锉效应，同时，由于柔韧性提高，更利于器械顺根管方向走行。

K型锉及含有K型锉的杂合型器械在顺时针旋转时要经过塑性形变才折裂，而在反时针旋转时几乎不经过塑性形变就折裂，反时针旋转折裂所需要的旋转是顺时针的一半甚至更少。

2. H型锉（Hedstrom） 由不锈钢制成，是在圆锥体坯的基础上，由机械碾磨出一条螺旋形切槽而成。横截面呈逗点状，外观呈锥形，锉体由一系列相交的逐渐加大的三角锥体构成切削面（图21-48）。其上方边缘即为切刃。切刃与长轴呈锐角，置根管内时，刃口与根管壁接近垂直，H锉的这种设计提高了器械的韧性，但由于旋转轴直径减小，导致其脆性增加，只能作提拉动作。如果旋转，刃部嵌入牙本质后容易折断，器械易折断。H锉常用于从根尖部向冠方逐步扩大根管。在退出根管腔时，产生磨削功能，同时也可作扩锉运动。H锉与截面为四边形的K锉相比，当旋转角度接近90度时，切削效率较大，图21-48示这种器械的末端。相同型号的H锉和K锉螺旋角的比较，可见H锉螺旋角一般近90度角。相比而言，H锉的旋转轴直径较小，因此，一般只用于提拉运动，不用作旋转切割运动，否则易导致器械折断。H型锉比K型锉更具侵害性，切割根管壁时需用“拉”而非用“推”，倾斜角及槽间距对其工效很重要，正倾斜角及深的槽间沟对去除牙本质更有效。

H锉与其余手用预备器械相比，切屑能力最强，对较弯曲的根管，根尖偏移最为明显。适用于粗直根管的预备。还能去除根管内折断的器械或其他残留物。将两根H锉缠绕一起环绕折断器械，用力提拉就可将异物带出根管，用此法还可去除根管内残留的牙胶充填物以便再治疗。

根管预备时，可以先用K锉预备根尖部，然后用H锉清洁和修整根管冠方二分之一。一般先利用K锉作90度或大于90度的旋转运动，清洁并修整根管腔，使根管口至根尖部呈一圆锥形，然后使用H锉扩管，完成根尖三分之一至冠部根管的预备。

3. 鼠尾锉 锉形似倒钩髓针，表面有许多倒刺。主要用于根管的扩大和成形。鼠

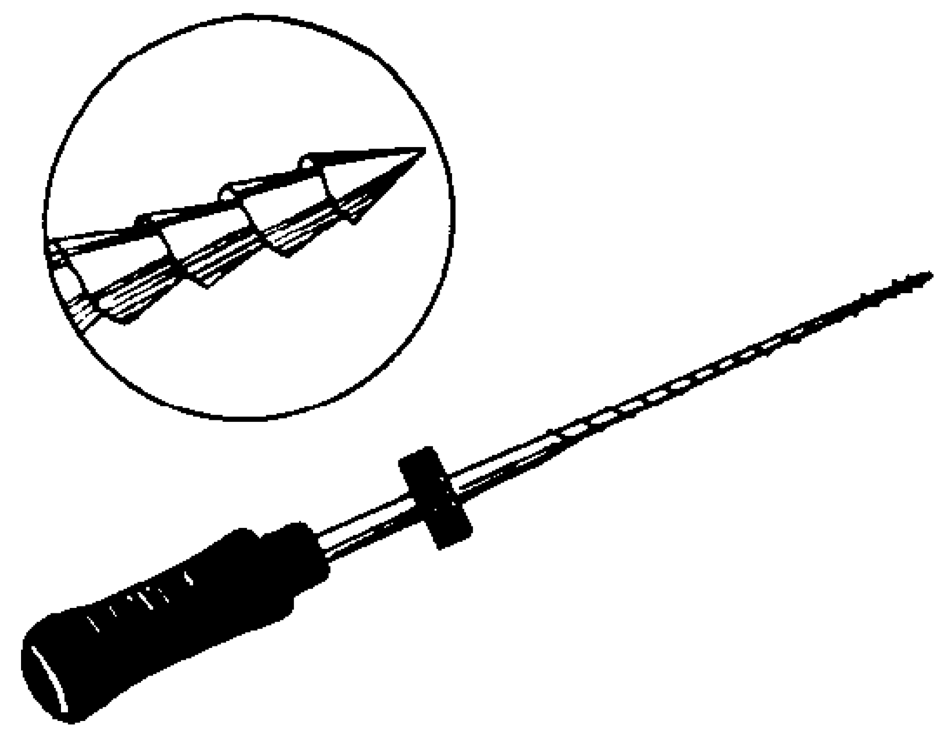


图 21-48 H 型锉

尾锉的设计从三维及力学角度来看，鼠尾锉与拔髓针之间的主要区别在于倒刺与旋转形成的深度以及角度不同，因而形成不同高度和形态的倒钩。如规格同为 63 号。拔髓针倒钩的高度是轴直径的 1/2，而鼠尾锉为尖部直径的 1/3，前者的锥度（0.007mm/mm）比后者的一半还小。由于拔髓针倒刺的深度比鼠尾锉大，其轴势必较细，脆性更大而易折断，而鼠尾锉的倒钩狭窄而圆钝，与其他用于根管扩大和修整的器械相比，经它预备的根管壁较粗糙，因此现已逐渐被 H 锉所替代。

鼠尾锉与 H 锉和 K 锉的区别在于其工作端的锥度和工作长度（10mm）的不同，其倒刺较浅而圆钝。

4. 改良根管锉　临床运用 K 锉、鼠尾锉和 H 锉进行根管预备时，有时会感到一些不足之处，如对严重弯曲或阻塞根管的处理，会出现诸如根管壁悬突或侧穿等问题。通过对常用根管锉作一些改进，可有助于解决一些临床遇到的问题。杂合型：由 K 型锉及 H 型锉改良而成。如将 K 型锉的槽变得更锐利，槽间沟更深；又如双螺旋设计的 H 型锉，连续变化的螺旋角减少了器械嵌入牙本质折裂的可能性。K 锉和扩孔钻的尖部通常被磨成三棱锥体和四棱锥体，具有引导作用和切削作用。Miserendino 证实 K 锉尖部具有较螺旋区更大的切削潜力，是根管内并发症产生的主要因素。由于器械尖部是回复力的集中部位，对器械尖部进行改良具有重要意义。近年来，许多制造商将器械尖部磨成圆锥体和抛物线形，只具有引导作用而不具有切削作用，器械回复力就被均匀分布于整个器械的螺旋区，其切削效应变得不甚显著。器械尖部被改良后，器械定位于原根管中心的能力增强，并发症减少。

（1）flex-R 锉：K 锉和 H 锉的设计通常没有考虑其尖部的结构，容易造成弯曲根管的局部过度切削（transportation）和台阶形成，往往发生在根尖部根管壁的外向弯曲处，是由于不平衡力以及器械尖部具有切削作用造成的。当器械杆部弯曲时，可以产生一种回复力，力的大小与金属本身的柔韧性以及器械的弯曲程度相关，因此如果尖端具有切削功能，就可能造成局部过度切削或者形成台阶。

flex-R 锉的尖部无切削功能，由 70 度和 35 度两种角度构成，没有锐利的切割边缘。由呈 70 度角的起始尖和一呈 350 度角的引导环构成。这种设计有利于引导锉的尖部沿根管曲度走行，使器械顺势进入根管，而非凿入根管，从而防止台阶形成和侧壁穿孔。

flex-R 锉与传统设计的不同之处还在于它的切缘是通过铣磨而不是轴的扭曲作用形成的，因此可通过改变切缘的角度而改变切缘的锋锐度及轴截面大小，有效地控制器械的柔韧性，切割效率及抗扭强度（torsional strength）。总之，flex—R 锉能够提高根管清洁和整形的效率，使根管预备更均匀、彻底，还能减少并发症的发生。

（2）K-flex 锉：是 1981 年生产的改良 K 锉（图 21-49）。是集 K 锉、H 锉和 R 锉的优点设计制作的改良器械，能够解决操作过程中遇到的一些问题，如根管壁悬突或侧穿孔，还有助于弯曲或狭窄根管的扩管操作。

K-flex 锉与 K 型锉相似，不同之处在于 K-flex 锉将 K 锉横截面设计的四边形改为

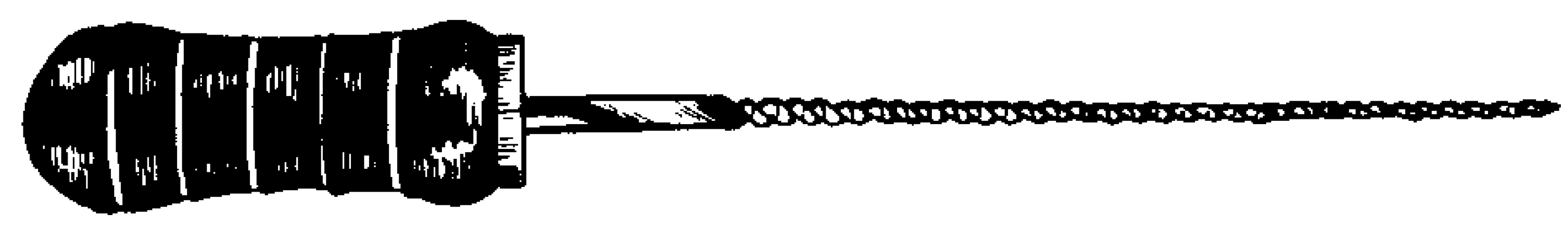


图 21-49 K-flex 锉

三角形或菱形，两个锐角使切刃更锐利，两个钝角因直径变小增加了器械的柔韧性，且韧性极佳，不易折断，K-flex 锉刃口间可积聚大量碎屑，它比 K 型锉的切削作用更佳。较好地完善了 K 锉的功能，同时借用了 H 锉的几何形状及横截面设计 ，将 K 锉的韧性及通用性与 H 锉特有的切削功能揉和在一起。显著提高了器械的柔韧性，对于直径较大的器械尤其如此。菱形截面的设计使两种角度的螺刺交错排列，改变了螺槽的深度，减小了轴体积，提高了狭窄根管内去除碎屑残渣的能力，并且由于轴的体积减小而使操作更加便利。

由于 K-flex 锉的切缘非常锐利；因此它的不足之处在于 K-Flex 根尖偏移明显增大，根尖部牙本质屑栓（dentinplugs）的发生率较高。切割功能丧失过快，更换率较高。

(3) Unifile 和 S 锉：Unifile 和 S 锉也是通过铣磨对 K 锉和 H 锉加以改进，在分类上可与 H 锉归为一类。是圆锥体坯，由机械碾磨其切槽制成，横截面为 S 形，具有双切刃，其切刃的几何形状也很特殊。S 锉有两条螺旋线，横截面为 S 形。Unifile 切刃没有 H 锉深，切刃的角度在器械的全长保持一致，切刃的深度从尖部到柄部逐渐增加(图 21-50)。因此，锉的中 1/3 和近柄 1/3 坚韧，不易折断，尖端 1/3 柔韧易弯，适用于根尖部弯曲根管的预备。与 H 锉类似，它们与根管壁接触的角度为锐角，因此通过提拉运动可产生高效的切削作用。此外，S 锉与 Unifile 的构形还使其具有与扩孔钻类似的扩大根管的作用，因此能通过扩锉运动广泛运用于根尖及冠部根管的预备。

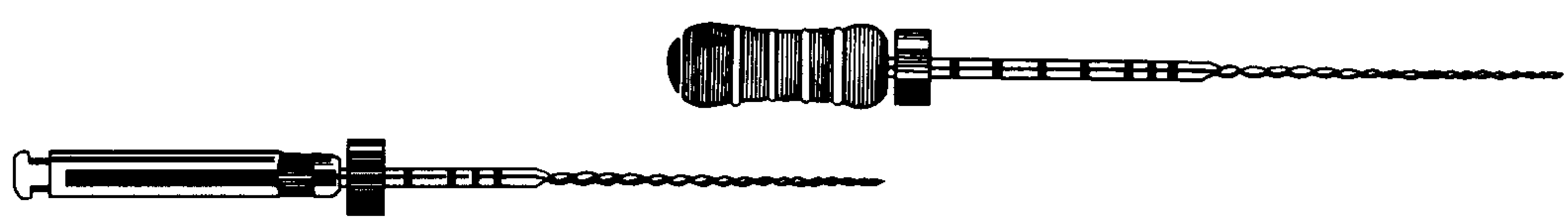


图 21-50 手用及机用 Unifile 锉

S 锉与 Unifile 的区别在于 S 锉的切刃与轴的交角在器械的全长保持一致，切刃深度从尖部到柄部逐渐增加。另外对 K-Flex 锉和 Unifile 用常规法预备弯曲人工根管的切削能力和成形能力的研究发现两者的切削能力均大于 K 型锉，两者之间无显著性差别。但在成形能力方面，Unifile 优于 K-Flex。

(4) Mani RT files：不锈钢制成，工作角度为 71 度，大于横断面为方形根管锉的 45 度，因此具更好的切割能力，切端为 85 度大角度，可超时维持切削能力，促进碎屑的排出，在根管中操作较安全。

二、第Ⅱ组根管预备器械

第Ⅱ组是以闩式转接器替代手用器械即第Ⅰ组器械的柄部，使其可插入低速弯机头中操作，即由手术切削端和闩式接头两部分组成。上述手用 K 型扩大器或根管锉可装在回旋式机头上，由于是 90 度回旋运动，器械不易折断。

三、第Ⅲ组根管预备器械

第Ⅲ组与上述结构基本类似，也有一个闩式附件，所不同的是整个器械是一个整体，即闩、柄以及切削端牢固地连在一起。第Ⅲ组根管预备器械根据形态和作用不同，又可分为形态类似于第Ⅰ组的机用器械、扩孔钻类机用器械等。

（一）扩孔钻类机用器械

由工作端、颈部和柄部组成。工作端为有螺刃缘和钻尖的棱锥形钻。机用扩孔钻颈部较细，从钻尖到受柄的距离通常为19mm，柄部似钻针柄，有闩式装置与低速手机相接。用于修整和扩大根管口，使其他器械和充填材料较易直接放入根管内。使用时，应小心将钻尖端插入根管口内，沿根管口之外缘和侧壁小心提拉，随尖的深入，根管口可逐渐变大成漏斗形；忌用暴力，以免器械折断。同时注意掌握好深度，控制转速和方向，防止侧穿和台阶。提出时，应注意器械始终处于旋转状态以免卡住折断。机用扩孔钻包括G型钻、P型钻、B型钻、A型钻、D型钻等，其中G型钻、P型钻最为常用。

1. G型钻（Gates glidden drills） 顶端有安全钝头。一种蕾状切割端，安装在一支纤细的柄上，并与闩型杆连在一起（图21-51）。如果蕾状端在根管壁发生嵌顿，就会在杆与柄的连接处折断，而不是在器械的尖端，因此，可以较容易地从根管中取出。C型钻编码为1~6号，刃部直径分别为0.5、0.7、0.9、1.1、1.3和1.5mm，G钻的通过手机驱动，能够在根管内寻找通路，而不损伤根管壁。G型钻穿孔的危险性较小。用于敞开根管的中上段或弯曲根管的直部。大小的选择以其在根管中的操作无阻力为准，逐渐增号使用。G型钻三种主要的用途是快速而安全地预备磨牙根管的冠部2/3。

G型钻有助于桩冠预备和牙齿再处理时从根管内去除牙胶。在这种情况下，必须先用根充压器挤进牙胶中心以便钻头的钝端通过牙胶。也可以先用一种溶剂来软化根充物的冠部节段，使钻头更易进入根管内。

当器械的一部分在根管内折断时，G型钻可以拓宽根管形成通路，便于取出断片。

2. P型钻（Peeso reamer） Peeso钻与G钻类似，但刃部较长且锐利，切嵴与器械长轴角度较大，尖端亦有安全头（图21-52）。但较硬，如根管弯曲，不能顺着根管弯曲方向，易侧向切削导致侧穿，无经验者在使用P型钻时要特别小心。P型钻主要用于根管冠1/3的预备，取出根管内充填材料和桩道预备。



图21-51 G型钻



图21-52 P型钻

（二）镍钛合金器械

由于机用不锈钢器械缺乏弹性，预备弯曲根管时，常导致根管形态的改变或引起侧穿。随着镍钛合金的广泛运用，机用不锈钢器械已基本为机用镍钛合金器械所代替。目前，至少有五种：Profile、LightSpeed、Quantec、POW-R、Hero642。

1. Profile 最早的镍钛转机，采用U形设计，具放射基底（radial land），横截面类似三角形，三角形的两条边并未相交，因而每个角上有两个切嵴呈U形（图21-53）。

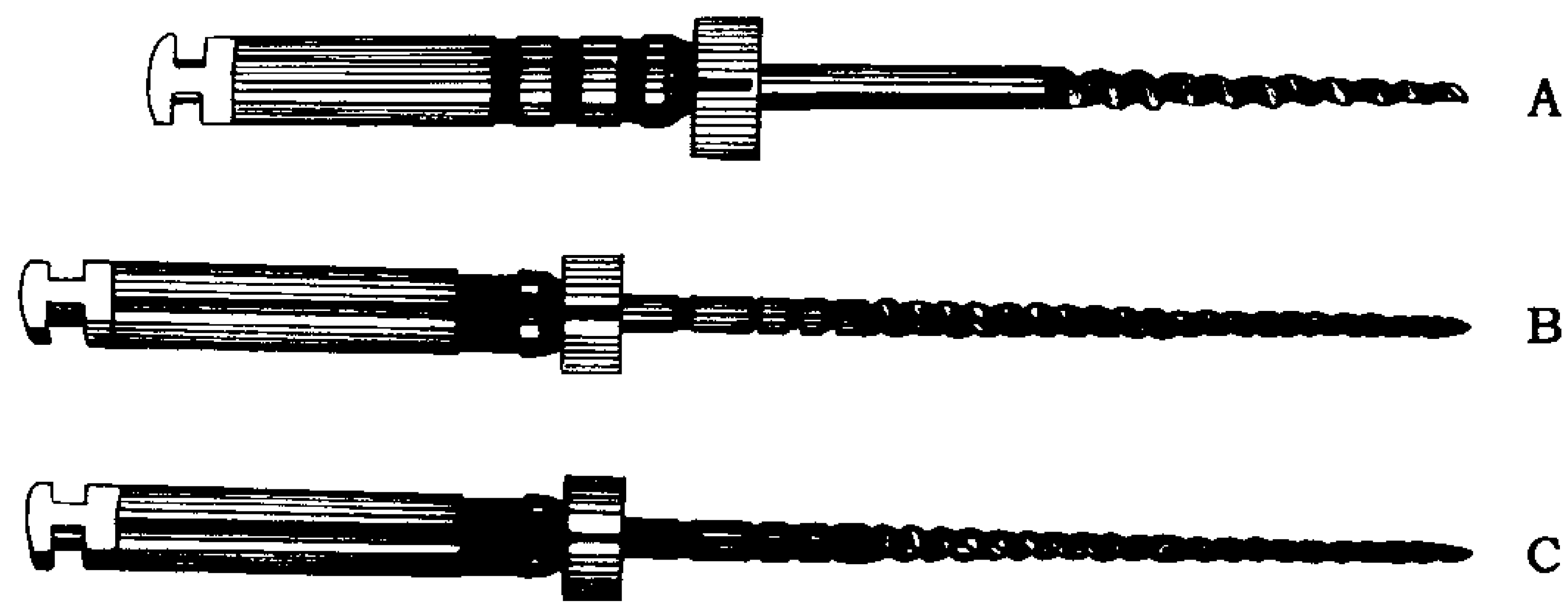


图 21-53 Profile

这种设计可以避免器械嵌入根管壁，使器械定位于原根管中心的能力增强。标准尖0.04mm/mm，另有0.06mm/mm和0.08mm/mm，转速150~300rpm镍钛机动器械及其根向深入式根管清理和成形技术，为根管治疗开创了新的局面。主要有以下的优点：迅速彻底地去除牙髓组织和坏死残屑；利于根管冲洗液和螯合剂到达根管不规则区；维持根管弯曲和根尖狭窄；适用于多种常用的根管充填技术。

Profile有3种类型的器械

根管口成形器　锥度为0.05~0.08、有1~6号（或20~80号），长度为19mm，柄部标有3个色环。主要用于根管冠部的预备，在桩道预备或根管再治疗时，亦可用于去除牙胶和封闭剂。

Profile0.06　锥度为0.06 mm/mm，有15~40号，长度为21mm和25mm，柄部有两个色环。用于根管中部的预备，在根管弯曲度较小时，亦可用于根尖部的预备。

Profile0.04　锥度为0.04 mm/mm，有15~90号，长度为21mm、25mm和31mm，柄部有一个色环。最常用于根尖部的预备。Priofile在其设计上有较大的改进，横断面为U字形，在器械轴心与根管壁之间有3个辐射状的引导平台，具有引导器械沿着原根管方向进入的作用，因而可防止器械嵌入根管壁和引起偏移。

机用器械应使用减速手机，最好选用电动马达，旋转速度介于300~350转/分。在切割根管壁时保持恒定的扭力是产生有效切割的保证，器械在进入和退出根管时都必须保持转动。由于刃部表面呈放射状平面（radial land areas），ProFile器械在预备过程中并不像锐利刀刃般对牙本质进行切割，而是以刨的方式去除牙本质。根管口成形锉仅用于根管直的部分。初次进入根管要避免过度的根向加压，否则可能发生器械折断。髓腔和根管应充满冲洗液（2.5%~5%次氯酸钠），并使用螯合剂如EDTA液体（15%~17%），或GlydeTm根管凝胶登士柏迈斐。这些物质有助于去除残屑、润滑机动器械和根管的消毒。

依据根管的大小和形状，一些大的锥形根管可在一开始就使用0.06锥度的机动器械按标准程序预备。如果是细小或弯曲根管，则先用0.04器械进行预成形后才使用0.06器械。0.06器械的锥度较大，在器械旋转时与根管壁的接触面积也较大，因而器械受到较大的应力。在根管弯曲处应力更大，显著增加了器械折断的危险。预先用0.06、0.07和0.08锥度的根管口成形锉扩开根管，可将这种应力降至最小，并提高0.06锉针的工作效率。若根管口小于25#，所有Profile器械都易折断，因此可先用Pesso Reamer预备修饰根管冠1/3，G钻1#再次修饰根管后使用Profile系统器械。

无论机动器械的预备深度如何，根尖1~2mm处仍建议使用手用器械，因为多数根

管在该部位都有明显的弯曲。在这种弯曲处使用机动器械极易发生器械折断。

2. LightSpeed　与 Profile 设计相似，即有 U 形沟和放射基底，类似于 G 型钻，有一个长的柄和短的火焰状的切割头（图 21-54）。根据 ISO/ANSI 标准，大小按 20~140 号编排，还有“半号”，这种尺寸下，只有 LightSpeed 能用于轻度弯曲的根管。在根管预备过程中，从小号到大号，不能跳号。转速 1000~2000rpm。



图 21-54　机用 LightSpeed

3. Quantec　设计与 Profile 极相似，也有 U 形沟和放射基底，只是基底要宽阔得多，所有的尺寸均标准化，转速 150~300rpm（图 21-55）。能有效地应用于中度弯曲的根管。根据不同的根管形态，一套有 10 种型号的器械可以选用。第一根器械是锥度为 0.06 的根管口扩大器；然后是锥度为 0.2（ISO/ANST）的 15 号、20 号和 25 号 3 根器械，这 3 根器械可将根尖预备至 25 号；接着是尖端为 25 号，但锥度分别是 0.03、0.04、0.05 和 0.06 的 4 根器械，用于扩根管；最后两根器械分别是锥度为 0.02 的 40 号和 45 号。



图 21-55　Quantec

4. Hero642　带有极锐利槽的三螺旋 H 型锉型设计，嵌滞在根管中的可能性减小，转速 500~600rpm。

由于镍钛合金锉（NiTi 锉）的问世，这方面的研究也越来越多。有学者报告在临床预备弯曲根管使用 35# 以下的 NiTi 锉时，不能达到工作长度，而使用 40#、45# 的 NiTi 锉则可达到工作长度。究其原因，他们认为镍钛合金的柔韧性大，超过不锈钢的 6 倍，它又属于弹性记忆合金.不能预弯。小号弹性过大，一触即弯，难以通过狭窄根管，而不锈钢锉的小号可通过细小根管：因而，如将 NiTi 锉和 K 型锉、K-Flex 锉 Unifile 等联合使用，可收到事半功倍的效果；对于重度弯曲根管的预备，可加用半号锉（如 17#、22# 等），使根管易于逐渐扩大，不致因号码的突然加大而难于达到工作长度。

机用镍钛合金器械应按说明书的要求选择转速，且转速要均匀，以防疲劳折断，最好使用调速电机，它具有速度平稳，转速适当的优点。

四、根管校准系统

分为手动和机动，Lightspeed 由此发展而来。手持 CanalMaster 编码为 20~80，机用 CanalMaster 编码为 50~100。它们的主要差别在于手动器械无切削功能尖端长 0.75mm，切削段长约 1mm；而机动器械无切削功能尖端和切削段长度均为 2mm。手动器械主要用于根尖的预备。而机动器械则用于冠向根管扩大。根管校准系统采用 1989 年由 Senia 和 Wildey 设计的 CM 技术（canal master instrumentation）也称 SW 技术，可用于直根管和弯曲根管的扩大。CanalMaster 具有以下特征：①器械的尖部为子弹头样，具有良好的引导作用，无切削能力，手持 CanalMaster 的尖部长度为 0.75mm，机用 CanalMaster 尖部长度为 2mm；②器械的刃部由标准器械的 16mm 改为 1~2mm，术者能较好地控制器械在根管内的切削部位；③器械的柄部被剪细、光滑圆钝，柔韧性增加。这种设计不

仅有利于器械进入弯曲根管，且操作易于控制，不易造成根管侧穿和台阶形成，因此主要用于弯曲根管的预备。预备根管时，先将机用 CanalMaster 50 号插入根管至有阻力时进行切削，顺次增号至 CanalMaster 80 号，敞开根管中上段，然后用手持 CanalMaster 进行根尖预备，最后进行阶梯预备。手持 CanalMaster 的切削方式类似于平衡力技术，但扭角稍小。CanalMasterU 是 CanalMaster 的改良型，切嵴改为方形，切削方式为连续的顺时针方向切削（reaming），每次切削时的旋转角度为 60 度，通过手的力量使器械进入或退出根管。

五、探 路 器

一种新的根管器械，尚未对其进行分类，称为探路器。特别适用于钙化和缩窄根管。探路器外观类似于 K 锉，但锥度更小，可以沿器械柄均匀分散压力，防止尖端弯曲。这种器械装在预先消毒的独立包装袋中，有 19、21 和 25mm 三种长度和两种规格可供选用。据报告，碳钢制品的锐度和强度更大，对钙化根管的作用较强。

六、根管探测系统

使用边缘圆钝的 K 锉和经改进的刃部与轴几乎呈直角 H 锉，其机头不仅可作回旋运动，还可通过一个自动离合器的控制使器械作垂直运动，因此可更有效地避免器械折断。常用于预备弯曲和阻塞根管。

七、根管预备手机

可用于根管预备的反角手机有四种类型：回旋手机（reciprocal handpieces）、直动手机（vertical/oscillating handpieces）、混合手机和旋转手机。回旋手机（又称 Giromatic 系统）1964 年问世，以 1 000r/min 速度驱动根管器械，扭角通常在 90 度以内，也能完成 0.8~1.0mm 的垂直运动；可用于安装特制的倒钩髓针或 H 锉，扩孔钻和扩孔锉都可装置在其上，而最常用的是 G 型钻和 P 型钻。回旋手机也可能引起意外或并发症，通常是因为选用的锉或拔髓针等根管器械与之不配套所造成的；如果操作不当，可能会形成“砂漏”状（hourglass）管腔，产生特殊的带状穿孔（stripping），而且操作不熟练者，往往会感到使用回旋手机效率不高，甚至不如手用器械。而且，由于不能借助手感，敏感度欠缺，牙本质残渣容易堵塞根管，不易去除管腔内容物，因此，回旋手机目前已很少使用。直动手机驱动器械上下锉动。混合手机驱动器械作回旋转动和小幅度的上下锉动。旋转手机驱动器械作 360 度转动，主要运用于机动镍钛器械。

第八节　超声和声振根管预备系统

超声波和声波系统在根管预备、二次根管治疗和根管荡洗方面都很有效。早期的超声根管器械主要用于根管内灭菌，现已广泛用于根管预备，作为根管预备的辅助手段。由于超声和声振根管器械是通过振动摩擦而非旋转作用预备根管，因此能够较好地维持根管的解剖形态，同时由于具有冲洗功能，因此可有效地溶解清除根管内碎屑，特别是在弯曲、狭小、分歧多侧副根管处。研究表明，与手动器械相比，超声和声振

器械能够减少根管预备时内容物超出根尖孔的可能性，明显减少根管预备后疼痛发生率。超声波技术可弥补传统旋转型预备器械的主要缺陷。与其相比，超声波根管预备可通过更少的骨质接触以分离根管末端。此外，超声波工作尖可沿根管纵轴方向搁置，而不必与根管成 45 度斜角，这样可以保护根管结构。超声波系统可使根管几乎成 90 度角。而不暴露牙本质小管。这些牙本质小管可由于持续性的渗漏而变成根尖周区域的感染源。

超声根管预备系统由两部分组成，一部分是主机体，由功率调节器、发振回路、注水装置组成，另一部分为手机部分，由发振器、联结装置和扩大器具组成。电流经过金属薄片通过压电效应或电磁效应将电流转变为超声振荡所产生的振动频率可达 25~30kHz。

工作原理是通过超声振动产生的槌打效果将造成根管狭窄的污染物及牙本质震落、打碎，同时其对根管壁的叩击可将牙本质小管内的残留物弹出。超声振动产生气泡，由于存在一定液体动力压，使放射震荡波不断向外扩散，并进入根管壁微小难进入的地方，将根管壁牙本质小管口的污物带出。超声振动将搅动注入的冲洗液，起到清洗作用。注水环流作用可将根管中的污物冲洗排除。

一、超声根管器械

超声锉多为不锈钢制的 K 型锉、R 型锉（鼠尾型锉）或金刚砂锥形锉（图 21-56，57）。但大多数都选择 K 型锉作为超声锉。它们均通过摩擦而非切削作用预备根管。锉按照正弦波波动，在根管内快速震动时（25000rpm），冲洗液产生一种“声流”（acousticstream）效应，释放出的能量使冲洗液温度升高，从而提高组织溶解性及抗菌效应。

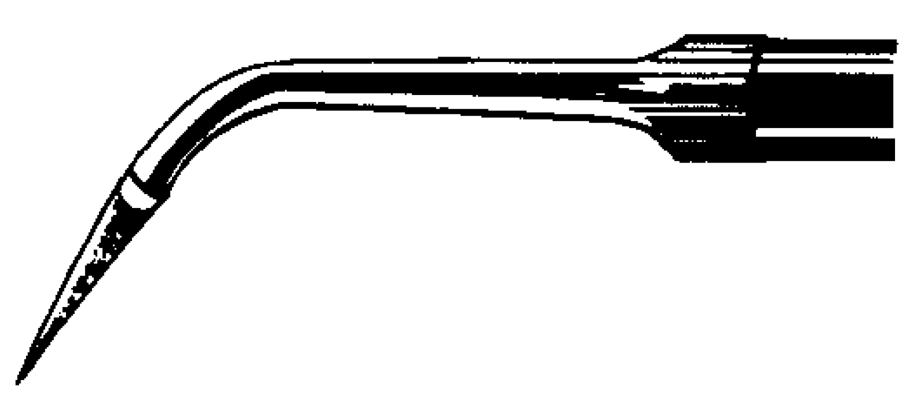


图 21-56　RTI 金刚砂锉



图 21-57　超声根管锉不锈钢锉

根管预备时可以选用 15 号、20 号和 25 号特制根管锉预备根尖部；金刚锉能有效地去除根管内残渣，切割效率较高，而且其尖端无切削功能，常用于冠部和中段根管腔的预备。瑞士 EMS 公司的 RTI 超声工作尖的尖端涂上了 70μm 微米的金刚砂。能去除髓室顶、根管内的牙髓退变钙化组织。“压电效应”（piezoelectric effect）驱动的根管锉能够有效地去除牙髓组织，扩大并清洁管腔。

超声锉在根管内上下移动和侧向移动进行切削。小号超声锉的预备效果与手持器械基本一致；大号超声器械易形成根管台阶甚至穿孔，仅用于上段根管的预备。该仪器的设计增加了 EMS 治疗系统给予牙髓病的治疗。

二、超声根管治疗仪

超声根管治疗仪（ultrasonicdevice for root canal therapy）的品种较多，目前为大多数学者和临床医生所采用的有美国的 Cavitron 超声仪（多功能）和 Cavi-Endo 超声仪（专用），日本产的 Enac 超声仪（专用），法国产的 Peizotec 超声仪（多功能）以及丹麦

产的奥丹（Odontoson）超声仪（多功能）。其中以奥丹 M 型输出频率最高（42000H:），输出功率最大（35W），临床应用效果也最好。它的超声振动原理是：由一高频交变电磁场力和一个永久磁铁的磁力以及联结治疗器工作头上的铁氧棒置于线圈内耦合产生的力的向量叠加而成；配以坚硬高质钛合金的工作头，使之成为一体，形成独特的共振系统，所以能量转换损失很小，以致在 42000 Hz 的高频情况下，长时间工作手柄不发热，产生最大的超声能流。

三、声振根管预备系统

又称感音设备系统，通过压缩空气推动手机内的传杆，使扩大器械产生振动进行切削。器械振动频率 2~3kHz。根管清理效果略优于或类似于手持器械，由于切削效率较高，常用于根管中、上段的锥形预备。

EndoMM-3000 是一种音波颤动机头，可以与牙科综合治疗台的气道相接，机头频率通常为 1500Hz。配置特制的 Micro-mega 锉，包括 Helisonic 锉、Rispisonic 锉和 Shapersonic 锉。Shapersonic 锉可用于清洁根尖三分之一，而 Rispisonic 锉更适于冠部三分之二根管的清洁和修整。器械长度通过一个可调节的阀来控制，当 Micro-mega 锉上下移动时，通过旋转发生震颤，摩擦根管壁，水流或冲洗液连续不断地通过机头到达根管锉。通常用普通锉形成工作长度和根尖孔部分再使用声波装置。

感音设备大大简化了操作，缓解操作人员的疲劳，而且能够减少根管内残渣超出根尖孔的可能性，从而减轻术后疼痛，更有效地完成根管预备。但如使用不规范，仍易出现台阶、折断等问题。

第九节　根管冲洗器械

一、根管冲洗针

（一）尖端平头式根管冲洗针

形似注射器，由 2~5ml 的注射筒和冲洗针组成（图 21-58）。使用时冲洗液直接自尖端孔冲出，所以注意在尽可能插入根管的同时要使冲洗针的外径与根管壁内径留有间隙，保证冲洗液和残留物的排出。

（二）尖端盲头式根管冲洗针

冲洗针的尖端无孔，而是在针侧壁开数个小孔，其优点是使用时冲洗液不容易推压出根尖孔（图 21-59）。

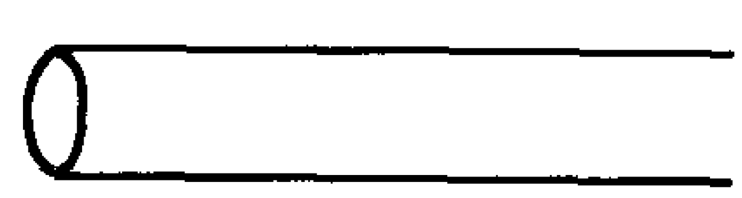


图 21-58　平头根管冲洗针

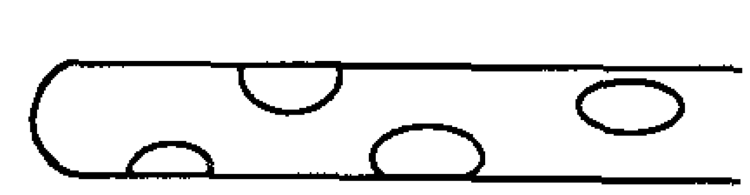


图 21-59　盲头根管冲洗针

二、根管超声协同系统

根管超声协同系统（ultrasonic synergistic system）是由超声发生系统及冲洗系统组

成的一个冲洗库，特制机头源源不断地提供冲洗液，兼有机械和化学清理方式。将超声根管器械插入根管，超声波在溶液内产生的“空化作用”连同超声波所具有的温度、搅动及声流作用一起，有效地溶解和松动根管内坏死组织，清除附着在根管壁上的涂层，从而获得高效的冲洗和清理效果。然后通过机头到达根管器械。

第十节　根管充填器械

按充填材料的不同可分为一般充填材料、聚合及糊剂材料、热塑牙胶根管充填器。充填牙胶用的器械有直、弯两种：直的用于上颌前牙，弯的可用于任何牙，有粗细不同的四种。这些充填器尖端都是平的，便于填压。充填糊剂的为螺旋状，有手用和机用两种，其工作端有弹性，为反时针方向的螺旋，使用时应顺时针方向旋转充填糊剂。

一、手持器械

（一）根管镊

用于夹持牙胶尖，根管镊可呈锯齿形或凹槽形以便夹持牙胶尖。根管镊与一般镊的不同之处在于两喙合拢时起到闩的作用，将器械牢牢锁住。

（二）垂直充填器（又叫根充压器、垂直加压器 condensers，pluggers）

喙部光滑呈锥形，用于根充时垂直加压。根充压器的尖端圆钝。有短柄型和长柄型两类。

1. 短柄（finger plugger）　短柄型设计上似无刃的 K 钻和扩孔钻，手柄可为塑料或金属制品。工作端呈尖锥形，顶端为平头状，长 25mm，直径型号有 20、25、30、35、40 等（图 21-60）。



图 21-60　短柄垂直充填器

将牙胶垂直加压入根管中作分段垂直加压根管充填，或用于侧方加压根管充填后的垂直加压致密。

2. 长柄（hand plugger）　形似银汞充填器，长柄型多由镀铬钢或不锈钢制成，操作端与柄之间可构成多种角度供选择使用。M 系统的制品为双头长柄器械，与标准规格和锥度的 K 锉和扩孔钻相对应，把手端有彩色编号便于选用。但工作端同短柄垂直加压器（图 21-61）。

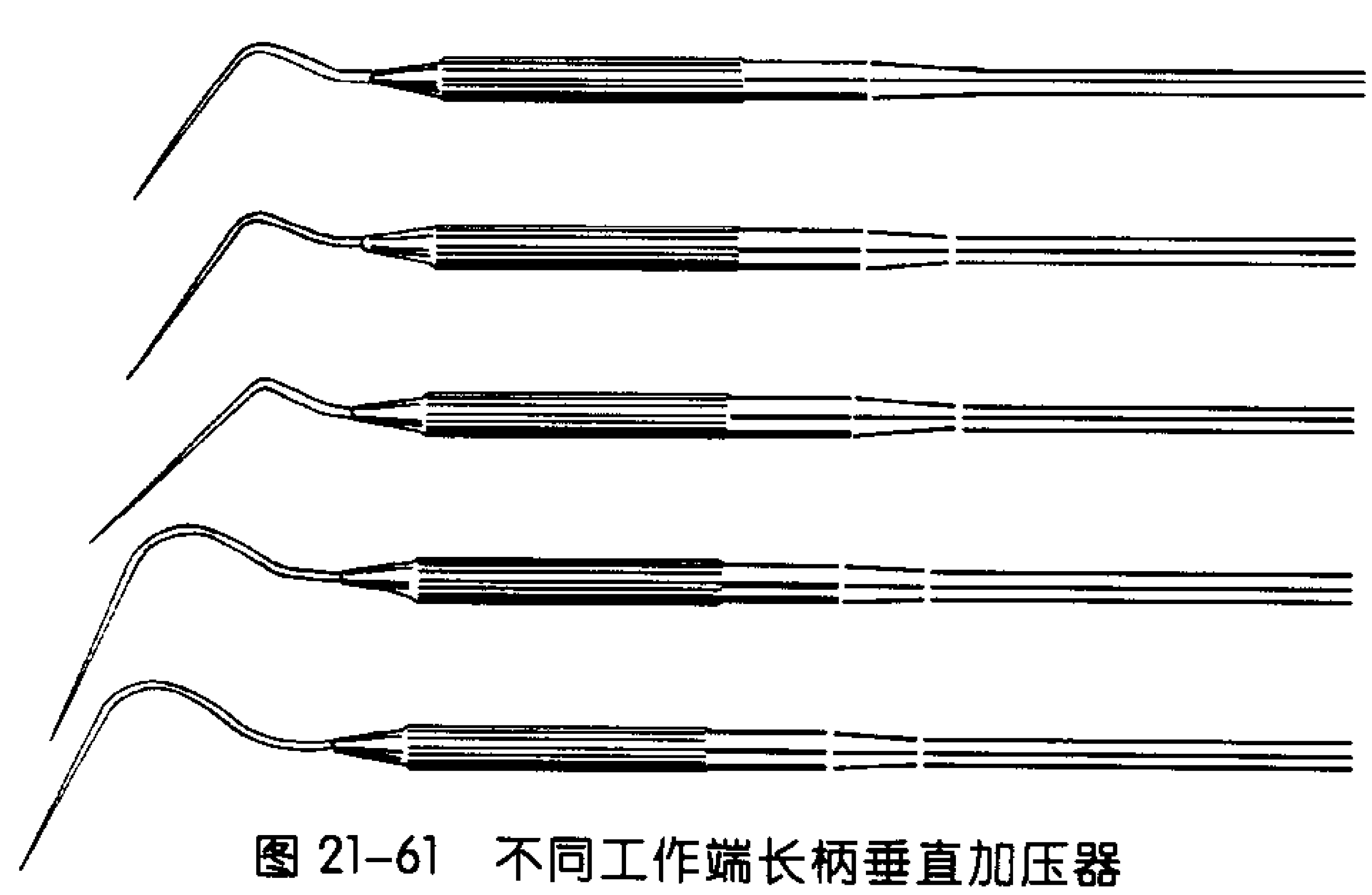


图 21-61　不同工作端长柄垂直加压器

（三）侧向充填器

又叫根充扩大器或侧方加压器，喙部光滑呈锥形，用于根充时侧方加压。相对于垂直充填器，侧向充填器锥度更大，且尖端较锐便于侧向施压。使牙胶密实。余同垂直充填器。

1. 短柄（finger spreader） 短柄型设计上似无刃的 K 钻和扩孔钻，手柄可为塑料或金属制品（图 21-62）。工作端呈尖锥形，长 25mm，直径型号有 20、25、30、35、40 等。可将糊剂和插入的牙胶尖侧向挤压密贴根管壁，并留出再次插入牙胶尖的间隙，使充填致密。

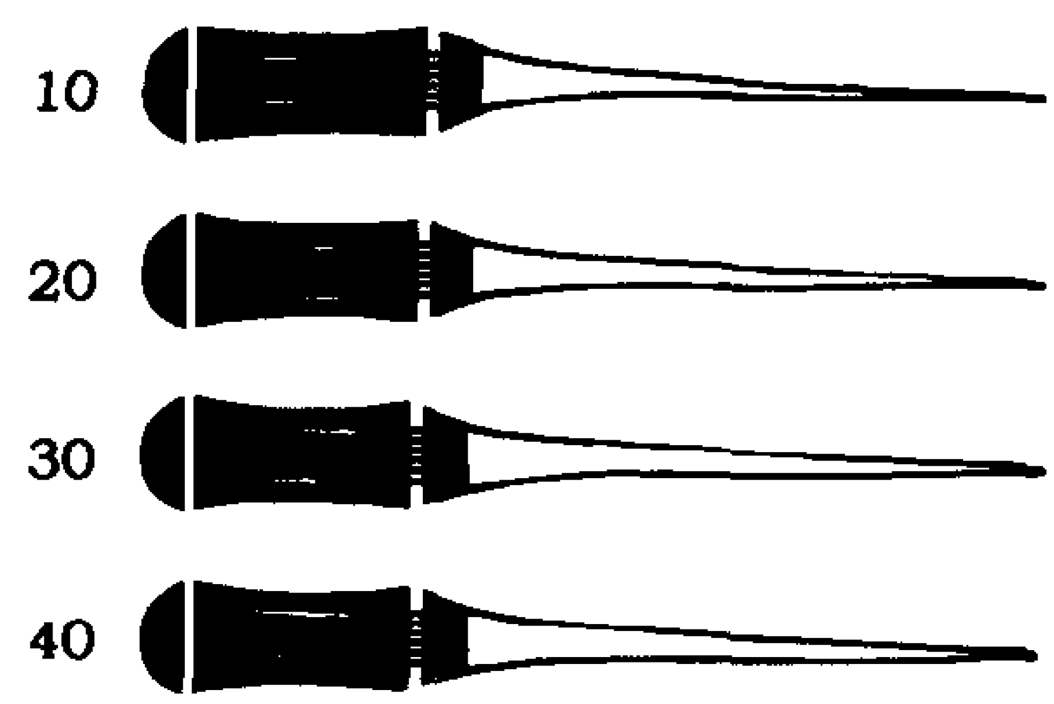


图 21-62 短柄侧方加压器

2. 长柄（hand spreader） 工作端呈尖锥形，有与工作端成角度长柄（图 21-63）。

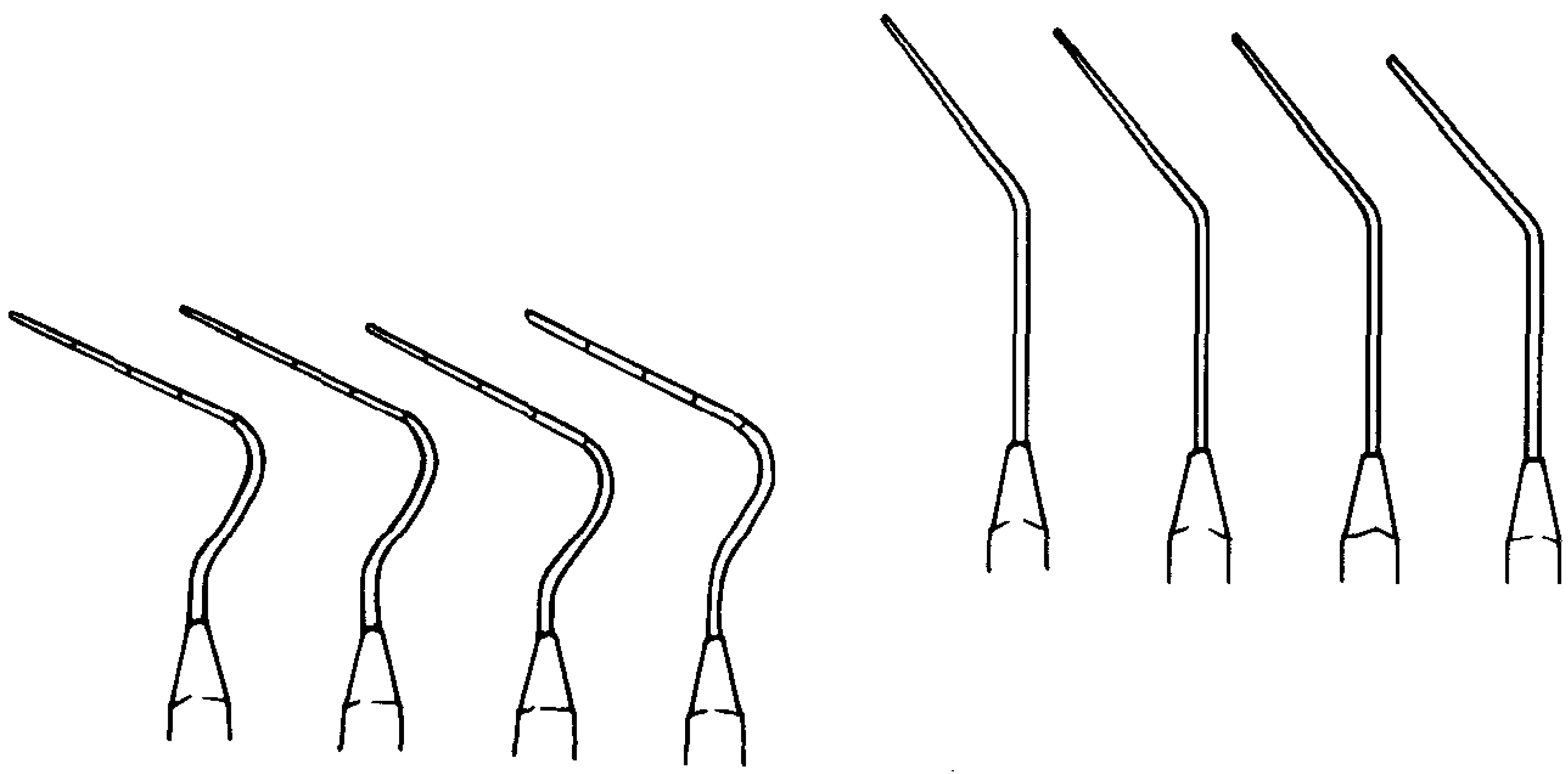


图 21-63 长柄侧方加压器及不同工作端

（四）热力根充压器和根充扩大器

某些由耐高温合金制成的根充加压器可以加热使用，以利于软化或去除牙胶。在根管充填过程中，有两种电力方法可以软化牙胶。endotec 是一种电池驱动的根充压器和根充扩大器，在其柄部有一加热器，当插入根管中时，就可加热牙胶，使之软化而成为稠密均一的团块，实际上起到了侧方和垂直加压的作用，一般根充扩大器和根充压器都可与之配套使用。另一种 TouchfsN 加热器通过绝缘线与根充扩大器或根充压器相连，尖部温度可达到 204℃~649℃，由于尖端可以更换，因此还可用于脱色牙的漂白和牙髓活力热试法。

高碳合金制造的加压器不能加热，否则会使其脆性增加，易于折断，临床操作时应注意。

此外，超声机头上还可安装特制的根管充填器，通过对牙胶侧方和垂直加压辅助根管充填。

二、聚合材料及糊剂型材料充填器

糊剂型根管充填材料在临床上的应用也较多，与之配套的器械最常用的是根管糊剂

输送器或 Lentulo 螺旋。将它们装在手机上，蘸一点糊剂，顺时针缓慢旋进根管中，达到根管预备的长度，然后再蘸糊剂，反复多次旋进根管中，直至根管被充满。这种方法并不能达到密实的充填效果，主要依赖于糊剂在根管壁上的附着。由于糊剂往往含有阻射性极强的添加剂，因此在尚未充满时，容易造成已充填密实的错觉。

糊剂传递器械也可用于牙胶尖充填之前将根管封闭剂送入根管。应用时，将糊剂或封闭剂调和至适当稠度，较稠的氧化锌丁香油糊剂可用于乳牙的根管充填。

（一）光滑髓针

卷棉捻蘸糊剂或直接蘸糊剂送入根管。

（二）机用螺旋充填器

以其制作方式分为拧曲螺旋式，形似机用扩大器和缠绕螺旋式（图 21-64）。螺旋缠绕局限在工作部分为单纯式。螺旋缠绕直达柄部前端，而且缠绕紧密如弹簧为安全式将其装在慢速弯机头上，蘸糊剂后插入根管中，通过机器带动充填器的旋转将糊剂送入根管中。

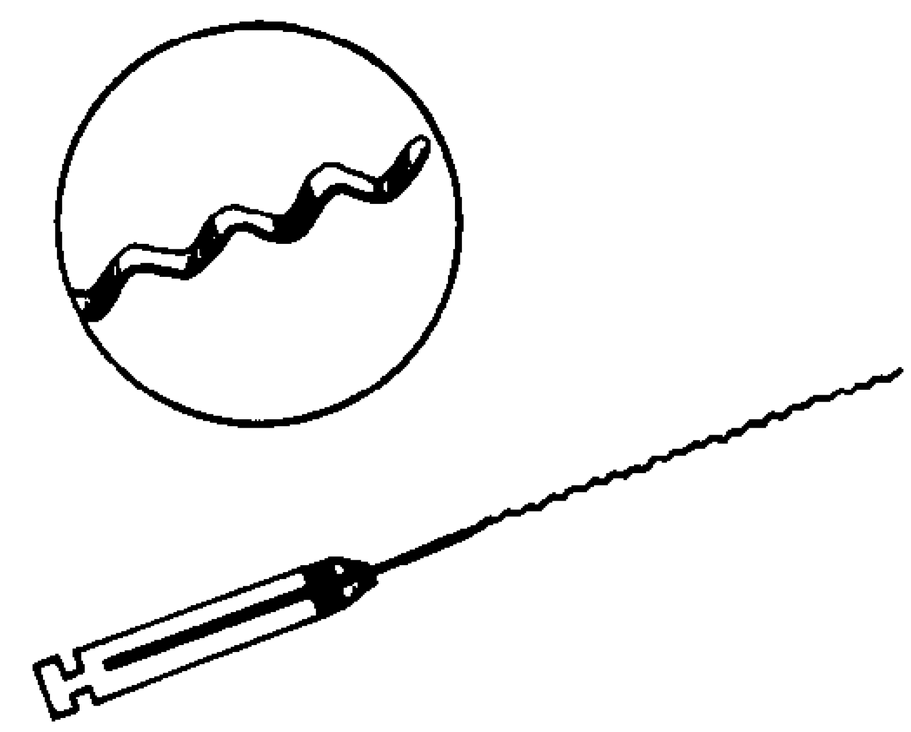


图 21-64 机用螺旋根管充填器

三、热塑牙胶充填器械

根管充填器械的迅速发展简化了半固体材料和牙胶的根充操作，利用牙胶的热塑性，软化牙胶使之成为均一充填体从而严密封闭根管，目前的可注射牙胶以及许多聚合物都能与根管不规则的解剖形态完全吻合。热塑牙胶现在有注射技术、坚硬系统（rigid system）及旋转技术等充填方式。

（一）注射技术充填器械

热塑垂直牙胶注射系统（thermoplastic injection-molded gutta-percha delivery system）是利用牙胶的热塑性，通过加热软化牙胶使之成为均一充填体注射入根管从而严密封闭根管。目前临床常见两种热塑型牙胶注射系统。

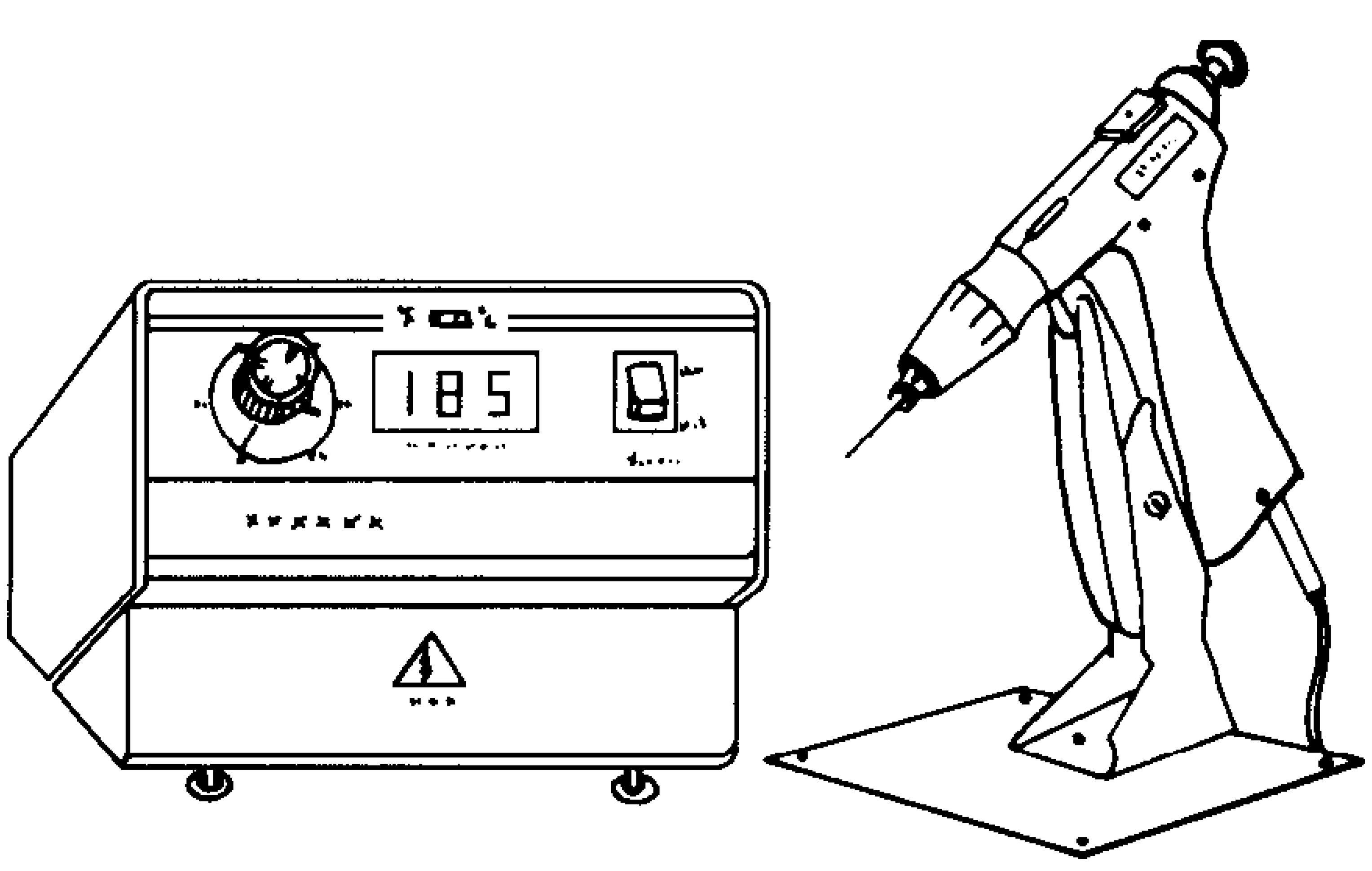


图 21-65 obturaⅡ系

1. ObturaⅡ系统是一种高温手枪式装置，内装牙胶密封腔、注射套管头、根管充填器和恒温调节器，有调节旋钮和数字温度指示仪（图 21-65），可以将热塑性牙胶注入根管，并调节牙胶的粘度。ObturaⅡ加热器内部最高温度可达 204℃，牙胶枪内温度 150℃~170℃、露出部分 60℃~80℃、充填后根管内温度 42℃~89℃，热软化冷却后牙胶体积收缩为 2%。牙胶在根管内操作的理想温度是 160℃，持续 3~5 分钟。牙胶在 2 分钟内可以软化，达到所需硬度后，将其强力挤压出去。牙胶装入仪器后，该过程应在 4 分钟内操作完毕，最多不能超过 15 分钟。系统还配有特制的器械以弯曲针头。适应不同根管充填的需要。

2. Ultrafil 系统 是一种低温手枪式装置 ，由三个部分构成，装有牙胶的塑料管，带

有不锈钢注射针，套管在 Ulrafil 加热炉中加热后放入注射器内使用；控温装置和可高压灭菌的注射器。该系统与 Obtura Ⅱ的主要差别在于其输出的牙胶理想温度为70℃，因此其又被称为低温注射系统。

Ultrafil 系统配备有三种不同形式的牙胶本以满足不同的临床需要。不同颜色表明材料的时间和稠度各异。常规（白色）材料流速较大置时间约为 30 分钟；硬质材料（蓝色）流速设置时间为 2 分钟；Endoset（绿色）不易凝固，设置时间也为 2 分钟。塑料管为独立包装的可处理材料，硅钢针头插入加热器前应按需要将其弯曲，以便插入根管。一般牙胶可在 15 分钟内达到所需温度。塑料管可放在加热器中 4 个小时。在进行根管操作时，将预热的塑料管插入注射器中然后缓压出去。

扫描电镜显示，利用热塑性牙胶充填根管时，牙胶与根管壁的贴合程度与传统技术不相上下，甚至可以渗透牙本质小管。在微漏方面，无论是通过染料渗透还是放射性核素检测，结果都证明热塑性牙胶与传统技术效果一样，而且根尖封闭的效果也较好。尽管易发生超充现象，但是如果使用被动注射而不用垂直加压法，超充率可从 75%降至 12.5%。

一种 Pulplent 压力注射器可用于恒牙，特别是年轻恒牙，纤细弯曲根管以及钙化根管的充填。该器械中心是一八边形针管，一端接钝针头，另一端是一个螺旋形插棒式铁柄，充填材料装在针头的套管里，针头的规格应该与根管的尺寸相符，即：30 号针头适用于 15 号~30 号根管器械；25 号针头用于 50 号器械；18 号针头与 100 号~110 号器械相配，30 号~19 号针头均可用于该器械。

还有一些注射系统可以用于放置盖髓剂如氢氧化钙、螯合剂或根管消毒剂。Calasept 是一种氢氧化钙盖髓剂，装在针筒内，使用一般的局麻注射用针头。Tempcanal 是一种氢氧化钙—纤维素甲酯混合物，装在螺旋式针筒中，使用小号针头。

在根管治疗过程中，如果一时疏忽将注射液推进根尖周组织，可能引起严重后果。如果将空气打进根管就会造成空气栓塞。根管充填材料超出根尖孔造成的危害依注射量、液体的毒性以及根尖组织受损的部位而不同。一般而言，规格较大的器械（45 号以上）造成不良反应或超出根尖孔的可能性较大。在选择注射液类型、器械以及最有效的注射方法时，应该充分考虑到可能发生的并发症，针头插入的深度、液体量及类型等都对处理效果具有很大影响。

（二）牙胶传送器械

载送预热半固体牙胶器械的发展大大节省了操作时间。热充填器即是一种牙胶传送器械，能将软化的牙胶送入根管。较早的牙胶传送器械，其核心是根管锉，编码为 20~140 号，分别与相应根管锉的编码一致。充填器的轴部由塑料、不锈钢或 NITI 合金组成，表面包裹一层 α 相的牙胶，长度均为 25mm。此外，还有一个恒温炉，由它控制根管充填体的温度。最近由于肽金属和聚合砜塑料的生物相容性极佳，已被用作牙胶传送器械的核心材料，其杆部上的刻度便于测定牙胶插入的深度。当为金属杆时，可以在火焰上将牙胶软化，塑料杆可以放入特殊加热器中软化牙胶，如果需要，还可以用氯仿软化牙胶以利移动。用小量封闭剂涂在根管壁上，牙胶加热后，送入根管内达工作长度，去除冠端多余的轴体和柄部，使一部分轴体和牙胶一并留在根管内完成根充。也可将器械于根管口处切断，将柄退出。

还有一些类似器械，其核心部分硬度较高，有的可作为充填材料的一部分，而有的则需在充填过程中将承载器械去除，由于再处理时去除核心器械比较困难，因此，是否将其作为根管内永久性充填材料可以视具体情况而定。

（三）旋转技术

McSpadden 压实器，利用摩擦加热牙胶，体积改变和其他方法接近。

第十一节 器械使用常见意外及处理

一、手用扩锉器械

手用扩锉器械折断临床最为常见。对根管器械性能欠了解、器械使用时间过长或操作不当均容易造成器械折断于根管内。当它们在做旋转运动时若切刃插入根管壁内过深，就可能嵌入牙本质中，此时若继续用力，则会使螺旋拉长、扭曲，当超过金属的弹性限度时即发生器械折断。

如果 K 锉和扩孔钻在做旋转运动时切刃插入根管内过深，器械就可能嵌进牙齿中，此时若继续加力超出金属的弹性限度，首先螺旋会被拉长，然后自身发生扭曲，刃部锐利的根管器械受到这些力的作用后很容易折断。K 型器械的折断有两种情况，一种是当持续顺时针方向扭转时，器械发生折裂；另一种是器械突然折断，常见于逆时针方向扭转时器械发生嵌顿。美国 FDI 规定的顺时针旋转的最小扭矩值，比逆时针旋转的扭矩大得多。

上述这两类器械的折断在临床上发生率较高，器械在进行扩锉运动时，由于反复弯曲而劳损，经过多次操作可能折断器械，如果扩孔钻受到的扭力过大，其寿命会大大减少，往往在折断之前发生器械变形或表面破损，直径较小的器械往往会在反复使用多次后忽然发生断裂。

临床上通常采取以下措施避免器械断裂：锉在使用一段时间后，应放弃使用；用较小强度的扭力预测器械磨损程度；应该对不同规格器械横截面的变化有所了解。

二、机用扩锉器械

由于机用器械尤其闩式旋转器械在手机上快速转动，术者手感较差，如不谨慎使用，易发生 3 种情况：①在根管壁形成台阶；②根管壁旁侧穿通；③器械折断于根管内。因为在使用机用器械时，无手用器械的指感，难以掌握方向而不易发觉嵌紧，尤其在弯曲的根管，难以适合原来的根管形状，不易循着根管的途径进展。所以使用机用器械，必须在手用器械预备根管后再用，并应将转速减至通常的 1/10。在根管预备过程中，还应增加冲洗的频率和冲洗液的数量，及时去除牙本质碎屑，防止根管阻塞。

三、根管内折断器械的去除

Roig-Greene 介绍了一套取根管堵塞物的器械，包括一个 25# 的注射针头，一段长约 5~6 寸的金属线，以及一个小号的蚊式血管钳。将金属线的两端穿入注射针头部位，从尾部穿出，使金属线在注射针头部位形成一个长椭圆形的套圈。取异物时，将此针头

伸入到根管内，使金属线套圈套住根管内异物，然后用蚊式血管钳收紧注射针头尾部的金属线线头，将堵塞物从根管内拉出。但此法只适宜折断于根管内的器械没有紧贴于根管壁，使金属套圈有可能从折断的器械与根管牙本质壁之间进入，但在临床实践中，这种情况很少见，所以此法有较大的局限性。

Fors和Berg介绍了另一套较为精细的器械，包括一个具有长而细颈部的小圆钻和一个经过改良的显微外科持针钳，以及K型扩大锉。首先用小圆钻制备进路，到达折断器械的残端；接着小心地在其周围钻磨，使残端暴露约1.5mm左右，然后改用小号的K型扩大锉继续扩锉，直至残端约有1/4部位游离；最后将改良的持针钳伸入根管内，夹紧残端的暴露部分，将其取出。Fors采用此法，成功地取出了一个折端于下颌第三磨牙近中舌侧根管的H型扩大锉的残端。此法虽然解决了Roig-greene法的缺点，对于紧嵌于根管内的残端也能取出，但由于小圆钻在残端周围的钻磨较难控制，很易造成根管侧壁的穿孔，并且此法只能用于较直的根管。

Masserann盒　用于去除根管内折断器械的仪器称为Masserann盒，由带钩的镊子和特制的环钻（trephine）组成。尾部有彩色编号的环钻，直径为1.1~2.4mm；两只手柄，可将环钻插入根管；两套Masserann量规，每一套都有七支小管，直径以0.1mm间距逐渐增加，这些量规有助于选择恰当规格的环钻；具有锥形沟槽的扁平量规，其上有刻度，用于核对所需环钻的直径；两种Masserann拔出器，用以去除纤细的根管内折断器械，例如拔髓针、锉、钻针以及银尖等；还配有扳钳可将环钻从手柄上取下来。

Masserann盒的带沟镊仅适用于折断的器械末端肉眼可见，且尚未严密堵塞根管的情况，如果使用带槽的喙式镊，效果更好。如果器械严密封闭根管，就需设法使其部分通畅，以减少摩擦力。这种方法的核心是使用内径与折断器械直径相吻合的中空环钻，围绕折断器械去除碎屑。该法的优点在于器械碎屑本身成为向导，引导器械走向，能够防止形成错误通路，避免侧穿，并且围绕折断器械制备出一个“壕沟”，能够减少去除碎屑时的摩擦力，并腾出空间，便于其他器械进入根管内夹除碎屑。

与前两种方法相比，使用Masserann器械更为有效。但此法仍只适宜于较直的根管，并且整套器械在结构和数量上均比较复杂；同时由于对牙体组织破坏性较大，目前已基本为登士柏公司生产的Ruddle器械所代替。其基本原理是用特制顶锥将折断器械顶入到环钻中取出。主要应用于根尖部。

四、超声与根管显微系统

将超声与根管显微系统结合使用，对根管中上段折断器械的去除公认为有效。由于超声锉非常精细，15#超声锉刃部最粗部位的直径也只有0.4mm，而尖端部直径仅为0.15mm，在根管内的应用要比其他器械更为合适，如果根管弯曲，超声锉可根据根管的弯曲度，预先弯制，这样就可以使超声锉较易进入弯曲细小的根管。在超声锉去除堵塞物时，在超声高频振动的影响下，堵塞物更易松脱，而且使根管牙本质壁的损失减少到最低量，从而大大提高了操作的安全性。

瑞士EMS公司推出多功能超声波治疗机的RT2工作尖从尖端到有效工作长度都是圆形的直径，表面涂上了金刚砂（图21-66）。该仪器如此设计的作用是扩大根管壁以便更方便地把断针或根管锉从根管内取出。

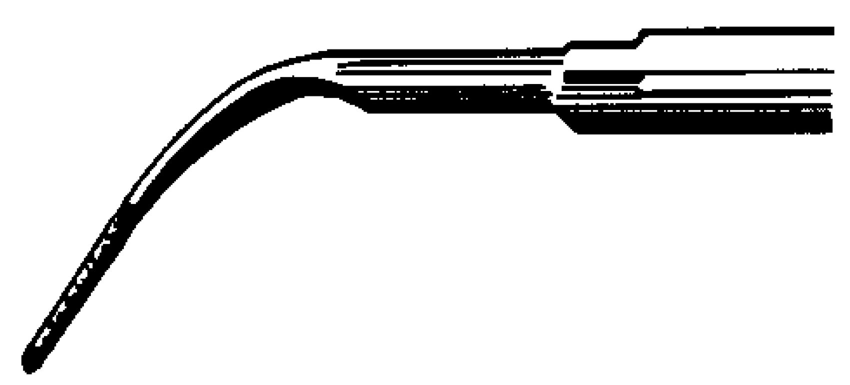


图 21-66 RT2 超声工作端

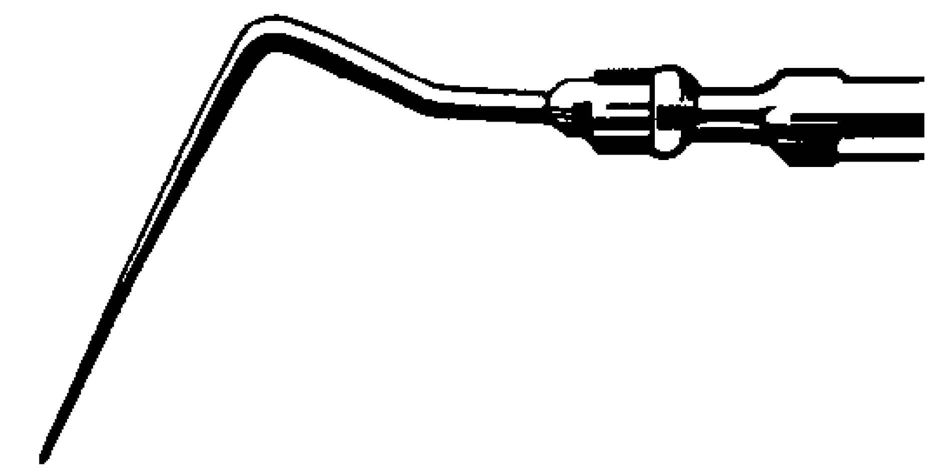


图 21-67　RT3 超声工作端

RT3 仪器工作尖属于圆锥形，拥有非常细的尖端（图 21-67）。该圆锥形有效的工作长度的表面都涂有钛氮化物（titanium ni-tride）。该工作尖要配合 EMS 直的持针器。细长的尖端能够让视觉达到最理想的范围。经过 RT2 把根管预备后，RT3 能够允许有效和快速地把断针如根管锉取出。

参考文献

[1] 王翰章主编. 中华口腔科学. 北京：人民卫生出版社，2000

[2] 王翰章主编. 口腔基础医学. 成都：四川大学出版社，2002

[3] 周学东，肖晓蓉主编. 口腔微生物学. 成都：四川大学出版社，2002

[4] 周学东主编. 口腔生物化学. 成都：四川大学出版社，2002

[5] 岳松龄主编. 现代龋病学. 北京：北京医科大学协和医科大学联合出版社，1992

[6] 刘天佳主编. 口腔疾病的微生物学基础. 北京：人民卫生出版社，1999

[7] 陈惠美，周学东主编. 老年口腔医学. 成都：四川大学出版社，2001

[8] 龚江宏主编. 陶瓷材料断裂力学. 第八版. 北京：清华大学出版社，2001

[9] 王嘉德，梁傥主编. 口腔医学实验教程. 北京：人民卫生出版社，2000

[10] 黄克智，肖纪美主编. 材料的损伤断裂机理和宏微观力学理论. 北京：清华大学出版社，2000

[11] 青木秀希. 惊异の的生体物质—アパダイト. 东京：医齿药出版株式会社，1999

[12] 王晓仪主编. 现代根管治疗学. 北京：人民卫生出版社，2001

[13] Van Rensburg BGJ. Oral Biology. Chicago:Quintessence Co, 1995

[14] Moreno EC, Aoba T. Comparative solubility study of human dental enamel, dentin and hydroxyapatite. Calcif Tissue Int, 1991

[15] Orstavik D, Pitt Ford TR. Essential Endodontology: Prevention and Treatment of Apical Periodontitis. Oxford: Blackwell Science, 1998

[16] Schroeder SN. Oral Structural Biology. New York: Thieme Medical Publishers, Inc, 1991

[17] Beer R, Baumann MA, and Kim S. Endodontology. In: Rateitschak K, Wolf HF (Eds.) Color Atlas of Dental Medicine. Stuttgart, New York: Thieme, 2000

[18] James B Summitt, J William Robbins, Richard S Schwartz, et al.Fundamentals of Operative Dentistry. Second Edition. Quintessence Publishing Co Inc, 2001

[19] Walton RE, Torabinejad M. Principles and Practice of Endodontics. 3rd ed. Philadelphia: Saunders, 2002

[20] Kenneth M Hargreaves, Harold E Goodis. Seltzer and Bender's. Dental Pulp. Quintessence Publishing Co. Inc, 2002

[21] Cohen S, Burns RC. Pathways of the pulp. 8th ed. St Louis: Mosby, 2002

[22] Theodore M Roberson, Harald O Heymann, Edward J Swift JR. Sturdevant's Art & Science of Operative Dentistry. 4th ed. Mosby Inc, 2002

[23] Ivar A Mjör. Pulp-dentin Biology in Restorative Dentistry. Quintessence Publishing Co. Inc, 2002

[24] 周学东，岳松龄. 人牙硬组织的红外光谱分析. 实用口腔医学杂志，1987，3（2）：88

[25] 周学东，岳松龄. 正常和早期龋牙釉质表面 Ca、P 变化测定现代口腔医学杂志 1991，5（3）：163

[26] 岳松龄，周学东. 四川成都与贵州毕节地区人第一、二恒磨牙中央点隙深度测定和比较. 实用口腔医学杂志，1988，23（4）：210

[27] 岳松龄，周学东. 高低氟地区人第一、二恒磨牙中央点隙深度的测定比较. 中华口腔医学杂志，1990，23（4）：210

[28] 李继遥，周学东. 龋病诊断的新技术，国外口腔医学分册，1994，21（1）：1

[29] 周学东，刘兴容. 饮料导致牙釉质脱矿作用的实验研究. 华西口腔医学杂志，2001，19（4）：207-209

[30] 周学东，吴红崑. 微量元素矿化液再矿化效果的体内研究. 中华口腔医学杂志，2003，38（1）：47-50

[31] 吴红崑，周学东. 六种防龋制剂对牙釉质脱矿作用的研究. 华西口腔医学杂志，1999，17（2）：113-5

[32] 刘天佳. 早期牙釉质龋光学定量诊断方法的研究进展. 国外医学口腔医学分册，1998，25（1）：9-10

[33] 刘天佳. 洞形设计对五类洞充填体边缘微渗漏影响的实验研究. 华西口腔医学杂志，2002，20（4）：235-237

[34] 柳茜，周学东，廖运茂等. 不同器械根管预备效果的实验研究. 牙体牙髓牙周病学杂志 2002，12（6）：320-32

[35] 谭红，黄政. 不同方法探查上颌第一恒磨牙根管口的研究. 牙体牙髓牙周病学杂志，2003，13（7）：348-378

[36] 刘兴容，周学东. 根管长度电测法准确性及影响因素的研究. 临床口腔医学杂志，2003，19 (4)：248-250

[37] 邹静，周学东. 儿童口腔正常微生物群早期研究. 中华儿科杂志，2003，41 (3)：193-195

[38] 杨锦波，李继遥. 弯曲根管的临床预备要点. 国外医学口腔分册，2004，31（1）：48-50

[39] 华西口腔医院牙体牙髓病科. 根管治疗的技术规范和疗效评价标准. 华西口腔医学杂志，2004，22（3）：196-197

[40] 冯谨，李继遥. 动物模型在龋病研究中的应用. 国外医学口腔分册，2004，31，18-21

[41] Cathro PR, Love RM. Comparison of MicroSeal and System B/Obtura II obturation techniques. International Endodontic Journal，2003，36（12）：876-882

[42] Hulsmann M, Herbst U, Schafers F. Comparative study of root-canal preparation using Lightspeed and Quantec SC rotary NiTi instruments. International Endodontic Journal，2003，36 (11)：748-756

[43] Veltri M, Mollo A, Pini PP, et al. In Vitro Comparison of Shaping Abilities of ProTaper and GT Rotary Files. J Endodon，2004，30（3）：163-166

[44] Pitts NB. Are We Ready to Move from Operative to Non-Operative/Preventive Treatment of Dental Caries in Clinical Practice? Caries Research，2004，38（3）：294

[45] Peters OA, Schonenberger K, Laib A. Effects of four Ni-Ti preparation techniques on root canal geometry assessed by micro computed tomography. International Endodontic Journal，2001，34（3）：

221-230

[46] Garip Y, Gunday M. The use of computed tomography when comparing nickel-titanium and stainless steel files during preparation of simulated curved canals. International Endodontic Journal, 2001, 34 (6) : 452-457

[47] Dobo-Nagy C, Serban T, Szabo, Nagy G, Madlena M. A comparison of the shaping characteristics of two nickel-titanium endodontic hand instruments. International Endodontic Journal, 2002, 35 (3) : 283-288

[48] Niwa M, Wei Li, Aoki H, et al. Polishing and whitening properties of toothpaste containing hydroxyapatite. J Mat Sci Mat in Med, 2001, 12 (3) : 277-281

[49] Grimberg F, Banegas G, Chiacchio L, Zmener O. In vivo determination of root canal length: a preliminary report using the Tri Auto ZX apex-locating handpiece. International Endodontic Journal, 2002, 35 (7) : 590-593

[50] Mayer BE, Peters OA, Barbakow F. Effects of rotary instruments and ultrasonic irrigation on debris and smear layer scores: a scanning electron microscopic study. International Endodontic Journal, 2002, 35 (7) : 582-589

[51] H Aoki, Wei Li, M Niwa, et al. An in vivo study on the reaction of hydroxyapatite-sol injected into blood. J Mat Sci Mat in Med, 2000, 11 : 67-72

[52] Torabinejad M, Chivian N. Clinical applications of mineral trioxide aggregate. J Endodon, 1999, 25 : 197

[53] Davalou S, Gutmann JL, Nunn Mh. Assessment of apical and coronal root canal seals using contemporary endodontic obturation and restorative materials and techniques. International Endodontic Journal, 1999, 32 : 388-393

[54] Miyazaki M, Hirahata N, Takagaki K, et al. Influence of self-etching primer drying time on enamel and bond strength of resin composites. J Dent, 1999, 27 : 203

[55] Dietrich TH, Losche AC, Loschi GM. et al. Marginal adaptation of direct composite and sandwich restorative in class Ⅱ cavities with cervical margins in dentin. J Dent, 1999, 27 : 119

[56] M. Niwa, Wei Li, H. Aoki, et al. The adsorptive properties of hydroxyapatite to albumin, dextran and lipids. Bio-Med Mater Engng, 1999, 9 : 163~169

[57] Sittig C, Textor M, Spencer ND, et al. Surface Characterization of Implant Materials C. P. Ti, Ti-6Al-7Nb and Ti-6Al-4V with Different Pretreatments. J Mater Sci Mater Med, 1999, 10 : 35-46

[58] Piveteau LD, Girona MI, Schlapbach L, et al. Thin Films of Calcium Phosphate and Titanium Dioxide by a Sol-gel Route: a New Method for Coating Medical Implant. J Mater Sci Mater Med, 1999, 10 : 161-167

[59] Yoshiyama M, Matsuo T, Ebisu S, et al. Reginal bond strength of self-etching/self-priming adhesive system. J Dent, 1998, 26 : 609

[60] Mclean A, Criteria for the predictably restorable endodontically treated tooth. J Can Dent Assoc, 1998, 64 (9) : 652

[61] Wadachi R, Araki K, Suda H. Effect of calcium hydroxide on the dissolution of soft tissue on the root canal wall. J Endodon, 1998, 24 : 326

[62] Amarante E, Raadal M, Espelid I. Impact of diagnostic criteria on the prevalence of dental caries in Norwegian children aged 5, 12 and 18 years. Community Dent Oral Epidemiol, 1998, 26 : 87-94

[63] Berg JH. The continuum of restorative materials in pediatric dentistry-a review for the clinician. Pediatr dent, 1998, 20 : 93-100

[64] William R. Lacefield. Current Status of Ceramic Coatings for Dental Implants. Implant Dentistry, 1998, 7 : 315-320

[65] Gross KA, Chai CS, Kannangana GSK, et al. Thin Hydroxyapatite Coatings via Sol-gel Synthesis. J Mater Sci Mater Med, 1998, 9 : 839-843

汉英索引

A

安抚治疗　pulp sedation　137

B

拔髓针　barbed broach　376
半桥粒　hemidesmosome　6，52
比色板　color matching guide　91
变形链球菌　streptococcus mutans　109
边缘嵴　marginal ridge　126，129
玻璃离子粘固剂　glass ionomer cement　105，145
　传统型~　traditional ~　146
　金属改良型~　metal modified~　146
　光固化型~　light cured~　146
　树脂改良型~　resin-modified~　146
泊松比　poisson ratio　62

C

彩度　chroma　90
残根　residual root　112
残髓　residual pulp　261，346
侧壁穿孔　perforation　337
侧向充填器　spreader　388
　短柄　finger spreader　388
　长柄　hand spreader　388
侧向脱位　lateral~　176
超声波　ultrasound　119
成纤维细胞　fibroblast　24
成形锉　shaping files　322
成形片　matrix　142，366
成形片夹　matrix holder　366，367
成牙本质细胞　odontoblast　24，51，59
成牙本质细胞感受器学说　odontoblast receptor theory　212
成牙本质细胞突　odontoblastic process　4，20，46，59
成牙骨质细胞　cementoblast　7，22
成釉器　enamel organ　2
　~蕾状期　bud stage　2
　~帽状期　cap stage　2
　~钟状期　bell stage　2
初尖锉　initial apical file　316
穿通纤维　perforating fiber　8，54，55
创伤性溃疡　traumatic ulcer　183
创伤殆　traumatic occlusion　183
垂直充填器　plugger　387
　短柄　finger plugger　387
　长柄　hand plugger　387
垂直加压法　vertical condensation　331
唇面　labial surface　85，96
次氯酸钠　sodium hypochlorite　323
错觉　illusion　95
　视觉~　illusion of vision　95
　形态~　illusion of configuration　95
　色彩~　illusion of color　95，98
　长短~　illusion of length　95
　面积~　illusion of proportion　96
　光反射~　illusion of light reflection　96
　对比~　illusion of contrast　97
　分割~　illusion of division　97
　渐变~　illusion of shade　97
错殆畸形　malcocclusion　56

D

蛋白聚糖　proteoglycan　19
蛋白溶解螯合学说　proteolysis chelation theory　108
蛋白溶解学说　proteolytic theory　108
倒充填　retrofilling　200
电阻抗技术　electronic caries detection　119
垫底　intermediary base　135
玷污层　smear layer　149，151，323，326
雕刻后抛光　post-carving polish　143
雕刻器　carver　361，362
雕刻前抛光　pre-carving polish　142
雕塑美　sculpture designer　85
丁香油酚　eugenol　135，154
钉嵌体　pinlay　166
定量激光荧光　quantitative laser fluorescence　120
洞衬剂　cavity liner　135
洞漆　cavity varnish　135
洞形　cavity　124
~外形　~form　127
~壁　~walls　124
~角　~angles　124
~底　~floor　124
~缘　~rim　124
~制备　~preparation　45，127
洞缘角　cavo-marginal angle　124
短斜面　bevel　154
断根术　root amputation　192
断裂　rupture　71，74
~强度　~intensity　66
~功　~work　71
~韧性　~toughness　72
脆性~　brittle~　62
垂直~　vertical~　72
平行~　parallel~　72
对称美　esthetics of symmetry　85，87
钝头钻针　safe-ended diamond burs　360

E

儿童口腔医学　pedodontics，pedodontology　285
Ⅱ类洞　class Ⅱ cavity　123，131

F

发育不全　hypoplasia　193，194
发育中心　development center　3
放射屏幕影像技术　radiovisiography　120
放射状平面　radial land areas　382
放线菌　actinomycies　109
非创伤性修复治疗　atraumatic restorative treatment　279
非特异性菌斑学说　nonspecific plaque hypothesis　110
酚醛树脂　phenolic formaldehyde resin　246
缝隙连接　gap junction　24
氟斑牙　molted tooth　91，219
氟保护漆　fluoride varnish　275
氟化钠　fluoride sodium　122
氟牙症　dental fluorosis　219，275
复合树脂　composite resin　104，144，153
化学固化型~　chemical cured~　145
光固化型~　light cured~　145
大颗粒型~　macrofill~　145
小颗粒型~　microfill~　145
超微型~　ultrafill~　145
混合型~　hybrid resin composite　145
复合体　compomer　147，157
覆𬌗　overbite　86

G

钙化　calcification　8
盖髓剂　pulp capping agent　137，242
盖髓术　pulp capping　137，242
直接盖髓术　direct~　243
间接盖髓术　indirect~　243
干槽症　dry socket　240

干髓术 pulp mummification 262
感染根管 infected root canal 244
刚度系数 stiffness coefficient 69
高嵌体 onlay 166
高温牙胶热塑注射充填技术 high temperature thermaplasticized injectable technique 333
格兰根管凝胶 Glyde 324
各向同性 isotropy 63, 70
各向异性 anisotropy 61, 68
根管 root canal 36
~口 ~opening 34
副~ accessory 25~
侧支~ lateral~ 40
~分支 ~ramification 40
~治疗 ~therapy 28, 57, 253
~预备 ~preparation 27 316, 253
~冲洗 ~irrigation 323
~消毒 ~disinfection 258, 326
~充填 ~filling 328, 331, 258
~充填糊剂 ~filling sealer 329
~锉 ~reamer 257, 316, 377
根管测量仪 endometer 372
根管超声协同系统 ultrasonic synergistic system 386
根管内窥镜 endoscope 354
纤维~ endodontic fiber optic~ 354
根管偏移 root canal transportation 316
根管牙胶 3D 充填技术 three-dimensional gutta-percha fillings 334
根管桩 root canal post 162, 365
金属~ metal~ 163
预制~ prefabricated~ 163
铸造~ cast~ 163
非金属~ nonmetallic~ 163
碳纤维~ carbon fiber~ 163
硅纤维~ silicone fiber~ 163
牙色材料~ tooth-colored~ 163
纯锆~ all zirconium~ 163
根尖倒充填 retrofilling 336
根尖刮治术 root apex curettage 262
根尖孔 apical foramen 40
解剖性~ anatomical~ 40
生理性~ physiological~ 40
根尖囊肿 radicular cyst 250
根尖脓肿 radicular abscess 248
根尖片 periapical film 117
根尖切除术 apicoectomy 263
根尖肉芽肿 periapical granuloma 249
根尖诱导成形术 apexification 262
根尖周围组织疾病/ 根尖周炎 periapical periodontitis 244
急性根尖周炎 acute~ 247
急性浆液性根尖周炎 serous~ 247
慢性根尖周炎 chronic~ 248
根折 root fracture 170, 174
~愈合 ~healing 175
~硬组织愈合 ~hard tissue healing 175
~结缔组织愈合 ~connective tissue restitution 175
工作长度 working length 257, 316, 317, 372
共聚激光扫描显微镜 confocal laser scanning microscopy 120
沟槽固位 groove retention 161
骨膜下脓肿 subosteal abscess 248
固位钉 retention pin 77, 158
粘固~ cemented pin 77, 158
摩擦~ friction-locked pin 77, 158
自攻螺纹~ self-threading pin 77, 158
~类型 ~type 79, 158
~直径 ~diameter 79, 158
~长度 ~length 79, 159
固位力 retention strength 76
固位形 retention form 125
鸠尾~ dovetail~ 126
梯形~ trapezoid~ 126
倒凹~ undercut~ 126
固有牙槽骨 alveolar bone proper 56
刮匙 curette 360
管间吻合 intertubular anastomose 40
光导纤维透照 fibreoptic transillumination 118
光滑髓针 smooth broach 376
广义虎克定律 generalized Huck's law 68
过氧化氢 hydrogen peroxide 206
过氧脲素 carbamide peroxide 206

H

航空牙痛　aero-odontalgia　231
殆创伤　occlusal trauma　191
殆力　occlusal force　191
和谐美　esthetics of symmetry　88
赫特威上皮根鞘　Hertwig epithelial root sheath　27
恒牙　permanent tooth　224
化学细菌学说　chemico-parasitic theory　107
黄金比例　golden section　86
黄金比例美　esthetics of golden section　86
回旋手机　reciprocal handpieces　384
获得性膜　acquired pellicle　109

J

基底膜　basal membrane　4
基质小泡学说　*matrix vesicle theory*　11
畸形舌侧尖　talon cusp　199
畸形舌侧窝　invaginated lingual fossa　199
畸形中央尖　central cusp　197
激发痛　stimulated toothache　343
激光　laser　338
　掺钕钇铝石榴石　Neodymium:Ytrium Aluminum Garnet　338
　掺铒钇铝石榴石　Erbium:Ytrium-Aluminum-Garnet　338
　掺钬钇铝石榴石　*Holmium:Ytrium-Aluminum-Garnet*　338
　准分子~　excimer~　339
　氩离子~　argon~　339
　~脱敏　~desensitization　340
激光多普勒流量测定仪　laser doppler flowmetry　341
计算机辅助设计和辅助制作嵌体　computer aided design/computer aided manufacture　168
荚膜　capsule　245
间充质细胞　*mesenchymal cell*　50
间隙维持器　space maintainer　278
剪切模量　shear modulus　63
胶原　collagen　10，54，59
绞釉　*gnarled enamel*　58
结合上皮　conjunctional epithelium　6
金属成品冠修复　metal crown restoration　278
紧密连接　tight junction　24
浸润麻醉　infiltration anesthesia　252
晶体外延学说　epitaxy theory　11
鸠尾峡　dovetail form isthmus　126
咀嚼力　masticatory strength　182，292
咀嚼效率　masticatory efficiency　61，292
咀嚼运动　mastication　60
菌毛　*fimbril*　245
尖头裂钻　frictiongrip burs　360

K

嵌入性脱位　inbuilt~　177
抗力形　resistance form　124
空穴作用　cavitation　318
口镜　mouth mirror　351
叩诊　percussion　238
矿化　mineralization　4，5
　再~　remineralization　11
矿化期　mineralizing period　1

L

Ⅵ类洞　class Ⅵ cavity　123
冷侧压法　cold lateral condensation　259
连续波充填技术　continuous-wave technique　332
邻接面　interproximal surface　113
邻面洞　interproximal cavity　126
磷灰石　apatite　13
　氟~　fluoride~　10，13，15
磷酸钙　calcium phosphate　8
磷酸酶学说　phosphotase theory　11
磷酸锌粘固剂　zinc phosphate cement　343，365
流体动力学说　hydrodynamic theory　48，213
瘘道　fistula　286
氯仿牙胶　chloropercha　258

M

马拉塞上皮剩余 Malassez epithelial rest 7
美学 esthetics
扪诊 palpation 238
萌出期 eruptive period 1
面型 facial outline 88
椭圆型~ ellipse~ 88
尖圆型~ conoid~ 89
明度 value 89
摩擦力 friction strength 12, 76
磨光器 burnisher 364
磨耗 attrition 181, 298
磨料 abrasive 189
磨损 abrasion 181, 302
磨牙症 bruxism 183
~磨牙型 grinding~ 184
~紧咬型 clenching~ 184
~混合型 complex~ 184
磨石钻 stone burs 359
玫瑰钻针 rosehead burs 360

N

内毒素 endotoxin 245
内釉上皮 inner enamel epithelium 3, 5, 24
年轻恒牙 young permanent teeth 265
镊子 forceps 351
镍钛根管预备系统 titanium-nickel root cana system 319
机动普发~ Profile~ 319
Quantec Series 2000~ 320
LightSpeed~ 321
Tri Auto ZX~ 321
ProTaper~ 322
颞肌 temporal muscle 61
颞下颌关节 temporomandibular joint 60
颞下颌关节紊乱综合征 temporomandibular joint disorder 182
粘固剂 cement 75, 77
粘接 bonding 48, 102, 148
粘固粉充填器 cement filler 362

P

疲劳学说 fatigue theory 188
平衡力技术 balanced forces technique 318
抛光钻 polishing burs 359

Q

气孔率 pore rate 107
气枪 chip blower 370
牵涉痛 referred pain 234
前磨牙 bicuspid、premolar 32
前期牙本质 predentin 4, 19
前庭板 vestibuler lamina 1
嵌体 inlay 166
树脂~ resin~ 166
金属~ metal~ 167
瓷~ ceramic~ 169
金-瓷~ golden-ceramic~ 169
羟磷灰石 hydroxyapatite 7, 148
~晶体 ~crystal 44, 148
~物理性质 physics of~ 9
~化学性质 chemical character of~ 10
~机械性质 mechanical property of~ 9
~钙化 ~calcification 10
切割力学 incisive mechanics 77
切角 incisal angle 88
切缘 incisal edge 3
龋 caries、tooth decay 107
牙釉质~ ename~ 3, 12
牙本质~ dentin~ 4, 18
牙骨质~ cemental~ 7, 21
浅~ superficia~ 116, 275
中~ middle~ 116, 275
深~ deep~ 116, 136, 275
光滑面~ smooth surface~ 115
颈部~ ceriva~ 18
窝沟~ pit and fissure~ 115
根面~ root~ 115, 299
乳牙~ deciduous~ 273

急性~ acute~ 114
慢性~ chronic~ 114
静止~ arrested caries 114
潜行性~ undermining~、penetrating~ 115
猛性~ rampan~ 114，273，274
奶瓶~ bottle~ 273
线形釉质~ linear enamel~ 115
环状~ annular~ 273
忽视性~ neglected~ 274
少年~ teenage~ 274
患~率 ~incidence 268，274
龋病发生 cariogenesis 299
龋洞 carious cavity 123
全冠修复 full crown prosthetics 46，100，158
全酸蚀技术 total acid etching technique 153

R

热力根充压器 endotec thermal endodontic condenser 388
热牙胶充填 thermal gutta-percha condensation 258，259
柔度系数 *flexible coefficient* 69
乳酸杆菌 lactobacillus 109
乳牙列 deciduous dentition 265
乳牙 deciduous tooth 265
乳牙萌出 ~eruption 269
乳切牙 ~incisor 28
乳中切牙 ~central incisor 28
乳侧切牙 ~lateral incisor 28
乳尖牙 ~canine 28
乳磨牙 ~molar 32，33
锐兹线 Retzius' lines 16

S

Ⅲ类洞 class Ⅲ cavity 123
Ⅳ类洞 class Ⅳ cavity 123
三叉神经痛 trigeminal neuralgia 240
三明治技术 sandwich technique 157
三氧矿物聚合物 mineral trioxide aggregate, MTA 336
桑葚状磨牙 mulberry molar 196
色彩 color 89
色相 hue 89
上皮隔 epithelia partition 7
上皮根鞘 epithelial root sheath 7
舌嵴 lingual edge 38
神经壁层 parietal layer of nerves 25
神经学说 nerve theory 212
生长期 development period 1
生长线 incremental lines 16
生理性吸收 physiological resorption 27
生态菌斑学说 ecological plaque theory 110
生物矿化 biomineralization 58
生物矿物 biomineral 59
生物力学 biomechanics 58
生物相容性 biocompatibility 82，144，242
生物学宽度 biological width 53
声流 acoustic streaming 318，385
声阻抗 sound impedance 70
食物嵌塞 food impaction 182
视觉 *photopic vision* 92
视觉平衡 vision balance 92
视觉体现 vision incarnation 93
性别~ gender~ 93
性格~ character~ 94
年龄~ age~ 94
树脂基质 resin base 145
树脂突 resin tag 150，152
数字化疼痛评判法 visual analogue scale 214
四环素牙 tetracycline pigmentation teeth 201，226
四联因素学说 tetra-factor theory 104
酸蚀 acid etching 150
~粘接机制 ~bonding mechanism 150
酸蚀症 erosion 190
髓核 pulp core 24
髓角 pulp horn 34
髓石 pulp stone 237
髓室 pulp chamber 34
~顶 ~roof 34
~底 ~floor 34
~壁 ~wall 34
缩余釉上皮 reduced enamel epithelium 6

T

弹性模具分离技术　elastomeric separating modulus　119
弹性模量　modulus of elasticity　62
调殆　occlusal adjustment　186
台阶　edge　254
探针　explorer　352
特异性菌斑学说　specific plaque hypothesis　110
托姆斯突　Tomes' process　5
脱敏剂　desensitizer　215
唾液　saliva　294
~糖蛋白　~glycoprotein　111
~流速　~flow rate　295

W

Ⅴ类洞　class Ⅴ cavity　123
外向脱位　external~　176
外釉上皮　outer enamel epithelium　6
微分隔学说　micro-compartment theory　11
微机械扣锁作用　micromechanical inter-locks　152
微渗漏　microleakage　47，136，147，155
未分化间充质细胞　undifferentiated mesenchymal cell　24
窝沟封闭　pit and fissure sealing　283
无机填料　inorganic filling　145
无基釉　undermined enamel　45

X

蕾状磨牙　Moon teeth　196
桑葚状磨牙　mulberry molars　196
吸附　adsorption　109
吸唾器　saliva ejector　134
先天性梅毒牙　congenital syphilitic teeth　196
哈钦森牙　Hutchinson teeth　196
纤维接合素　fibronectin　19
线角　line angle　78，124，129
橡皮障　rubber dam　354，355
橡皮障打孔器　~punch　356
橡皮障夹　~clamp　356
橡皮障夹钳　~clamp forceps　355
橡皮障架　~frame　355
楔状缺损　wedge shaped defect　187，298
修复性牙本质　reparative dentin　149，297
修复治疗　restorative treatment　276
修形锉　finishing files　322
修整外形　recontour　155，157
选色　color selection　90，204

Y

Ⅰ类洞　class Ⅰ cavity　123
压电效应　piezoelectric effect　385
牙板　tooth lamina　1
牙本质　dentin　18，59，148
原发性~　primary~　49
继发性~　secondary~　49
修复性/反应性~　reactive~　24，49，149
管周~　peritubular~　19，46
管间~　intertubular~　19，46
髓周~　circumpulpal~　5
罩~　mantle~　149
前期~　predentin　4，19
硬化性~　sclerosis~　49
透明~　transparent~　149
~过敏症　~hypersensitivity　211
~桥　~bridge　26
~小管　~tubule　148
~纤维　~fibers　20
牙本质厚度测量仪　dentin thickness meter　352
牙本质-牙骨质界　dentino-cemental junction　54
牙本质牙髓复合体　pulpo-dentinal complex　21，46，157
牙槽骨　alveolar bone　27，56
牙齿表面　~surface　15
牙齿萌出　~eruption　5，219
牙齿磨损　~attrition　181
牙齿漂白　~bleaching　206，228

牙齿松动 ~mobility 286
牙根 tooth root 28
牙弓型 tooth arch shape 88
牙骨质 cementum 21，53，59，149，297
原发性~ primary~ 7
无细胞~ acellular~ 22
有细胞~ cellular~ 22
~陷窝 ~lacuna 22
~纤维 ~fiber 54
牙冠 tooth crown 28
牙胶尖 gutta percha point 258，328
牙结石 calculus 9
牙菌斑 dental plaque 109
~获得性膜 acquired pellicle 109
~栅栏状结构 palisade~ 109
~谷穗状结构 corncob~ 110
牙科综合治疗台 dental unit 135，370
牙裂综合征 cracked tooth syndrome 185
牙内吸收 internal resorption of tooth 237
牙内陷 dens invaginatus 199
牙内陷 tooth retrusion 199
牙囊 dental follicle 2，3
牙胚 tooth germ 1，2
牙片 dental film 287，315
牙乳头 dental papilla 2，6
牙刷 tooth brush 181，189
牙撕脱 tooth avulsion 177
牙髓炎 pulpitis 233
急性~ acute~ 233，270
急性浆液性~ serous~ 234
急性化脓性~ suppurative~ 234
慢性~ chronic~ 234，271
慢性闭锁性~ closed~ 234
慢性溃疡性~ ulcerative~ 235
慢性增生性~ hyperplastic~ 235
可复性~ reversible~ 235
不可复性~ irreversible~ 233
残髓炎 residual~ 236
逆行性~ retrograde~ 235
牙髓 pulp 6，50，59，297
~细胞 ~cell 7
~活力 ~vitality 137，237，313
~变性 ~degeneration 236，271
~充血 ~hyperemia 233
~钙化 ~calcification 236
~坏疽 ~gangrene 236
~坏死 ~dead 208，271
~息肉 ~polyp 235
~失活剂 ~devitalizer 345
~多细胞层 ~cell rich zone 24
~无细胞层 ~cell free zone 24
牙髓病学 endodontology、endodontics 354
牙髓卟啉菌 porphyromonas endodontalis 244
牙髓切断术 pulpotomy 243
牙髓温度测试 pulp thermal test 239
牙髓摘除术 pulpectomy 288
牙体预备 tooth preparation 28，76
牙痛 toothache 231
牙脱位 tooth dislocation 176
半脱位 partial~ 176
牙外伤 traumatic dental injuries 179
~WHO 标准 world health organization criteria 170
~Andreasen 标准 ~Andreasen criteria 170
~临床分类 ~clinical classification 170
牙线 dental floss 118
牙型 tooth shape 88
牙龈 gingival 43
牙龈卟啉单胞菌 porphyromonas gingivalis 244
牙龈退缩 gingival recession 211
牙隐裂 cracked tooth 302
牙釉质 enamel 12，58，148
~发育不全 ~hypoplasia 193
~钙化不全 ~hypocalcification 120，193
~基质 ~base 14
~力学性质 ~mechanics 62
牙再植 ~replacement 177，264
牙震荡 tooth concussion 175
牙中牙 dens in dente 199
牙周 periodontal
~创伤 ~traumatism 347
~袋 ~pocket 52
~膜 ~membrane 7
~脓肿 ~abscess 309
~耐力 ~resistance 61
~储备力 ~repertory 61

氧化锌丁香油酚 zinc-oxide-eugenol 154，258
咬合 articulation
咬合力 bite force 292
咬合纸 articulating paper 155
咬肌 masseter muscle 292
咬诊 biting test 186，239
药物脱敏 medicine desensitization 215
  氟化物~ fluoride~ 215
  锶制剂~ strontium~ 215
  硝酸银~ silver nitrate~ 216
  氢氧化钙~ calcium hydroxide~ 216
  钾盐~ potassic~ 216
遗传性牙本质发育不全 hereditary opalescent dentin 194~195
翼内肌 medial pterygoid muscle
银汞充填器 amalgam plugger 362，363
银汞雕刻器 amalgam carver 364
银汞光滑器 amalgam burnisher 364
银汞合金 silver amalgam alloy 104，138~144
  低铜~ low copper~ 104，139
  高铜~ high copper~ 104，139
  含氟~ fluoride~ 104
  球型~ spherical~ 104，139
  锉屑型~ lathe-cut~ 104，139
  混合型~ admixed~ 139
  ~γ相 ~γphase 139
  ~η相 ~ηphase 140
银汞合金污染 amalgam contamination 144
  ~防护 ~prevention 144
银汞输送器 amalgam carrier 363，364
银汞修整钻 finishing burs 360
龈沟 gingival sulcus 52
引导平台 radial land 382
引发体系 solicitation system 144
应变 strain 62
应力 stress 61
硬骨板 lamina dura 27，56
釉板 enamel lamella 22
釉丛 enamel tuft 22，23
釉梭 enamel spindle 22，23
釉小皮 enamel cuticle 6
釉牙本质界 dentino-enamel junction 22
釉牙骨质界 cemento-enamel junction 23，54
釉原蛋白 amelogenins 6，14
釉质蛋白 enamelins 6
釉柱 enamel prism 44
  ~鞘 ~rod sheath 44
  ~头部 ~head 44
  ~颈部 ~neck 44
  ~尾部 ~tail 44
釉柱横纹 striation of enamel prism 15
釉柱间质 intereprismatic substance 12，15，16
预防性扩展 extension for prevention 126
预防性树脂修复 preventive resin restoration 283
原始上皮带 primary epithelial band 1
远中充填器 distal plugger 364
约束力 restriction 77

Z

再矿化治疗 remineralizative treatment 276，283
灶孔 focal hole 16
粘接 adhesion 148
粘接夹板技术 bonded splint technique 175
粘接性银汞合金 bonded amalgam 143
粘膜下脓肿 submucous abscess 248
诊断性备洞 diagnostic drilling 117，118
直动手机 vertical/ oscillating handpieces 384
纸尖 paper point 327
滞留区 retention area 113
中间连接 intermediate junction 24
中间普氏菌 prevotella intermedius 244
中间纤维丛 intermediate fiber 7
肿胀 swelling 286
肘部 elbow 316
逐步后退法 step-back technique 316，257
逐步深入法 step-down technique 317，257
主尖锉 apical master file 316
主纤维 chief fiber 7，55
自动根尖回转技术 auto apical reverse 321
自动转矩回旋 automatic torque reverse 321
自发痛 spontaneous toothache 343

自洁区 self cleaning area 113
阻断性治疗 interceptive treatment 275
钻针 dental burs 358
  裂钻 fissure burs 358
倒锥钻 inverted burs 358
球钻 round burs 358
金钢钻尖 diamond burs 359

［Ｇｅｎｅｒａｌ Ｉｎｆｏｒｍａｔｉｏｎ］
书名＝实用牙体牙髓病治疗学
作者＝周学东等主编
页数＝４０７
ＳＳ号＝１１３１７８６４
出版日期＝２００４年１１月第１版

前言
目录
第一章　　牙齿组织的发育
第一节　　牙胚的发育过程
一、牙板的发生
二、牙胚的形成
第二节　　牙齿组织的发育
一、冠部牙体组织的形成
（一）牙本质的形成
（二）牙釉质的形成
（三）牙髓的发生
二、牙根的形成
（一）牙根的形成
（二）牙周膜的发育
第三节　　羟磷灰石与牙齿硬组织的矿化
一、基本概念
二、羟磷灰石在人体的分布
三、羟磷灰石的机械性质
四、羟磷灰石的物理性质
五、羟磷灰石的化学性质
六、羟磷灰石与骨和牙齿硬组织的矿化
（一）磷酸酶学说
（二）晶体外延学说
（三）微分隔学说
（四）基质小泡学说
（五）活性基附加学说
七、羟磷灰石与牙齿硬组织的再矿化
第二章　　齿组织的结构与生理
第一节　　牙釉质
一、牙釉质的理化性质与组成
（一）无机物
（二）有机物
（三）水
二、牙釉质的组织结构
三、牙釉质的表面形态与表层结构
四、点隙裂沟的形态与结构
五、牙釉质的功能与代谢
第二节　　牙本质
一、牙本质的性质与组成
二、牙本质的构造
三、牙本质内的矿化薄弱区
四、牙本质的淋巴循环与神经分布
五、牙本质 - 牙髓复合体
第三节　　牙骨质
一、牙骨质的性质与组成
二、牙骨质的组织结构
三、牙骨质的功能与代谢
第四节　　釉牙本质界与釉牙骨质界
第五节　　牙髓
一、组织学特点
（一）细胞
（二）纤维
（三）基质
（四）血管
（五）淋巴管
（六）神经
二、生理学特点
三、牙髓组织结构与生理特点的临床意义

（一）牙髓组织的修复特性
（二）髓腔及牙髓的增龄变化
（三）牙齿发育生长的特点
第六节　根尖周组织的解剖生理特点
一、牙周膜
二、牙骨质
三、牙槽骨
四、增龄性变化
第三章　牙体牙髓病治疗的解剖学基础
第一节　牙体形态学
一、前牙
二、前磨牙
三、磨牙
第二节　髓腔解剖学
一、前牙髓腔
二、前磨牙髓腔
三、磨牙髓腔
四、乳牙髓腔
第三节　根管形态
一、前牙
二、前磨牙
三、上颌磨牙
四、下颌磨牙
五、根管的特殊形态
六、根尖孔解剖
第四节　临床牙位记录方法
一、国际通用法
二、部位记录法
第四章　牙体牙髓病治疗的生物学基础
第一节　牙釉质
一、渗透性
二、晶体结构
三、釉柱
第二节　牙本质牙髓复合体
一、牙本质
（一）功能
（二）组织形态结构
（三）渗透性
（四）敏感性
（五）牙本质粘接
（六）牙本质增龄变化及对外界刺激的反应
二、牙髓
（一）形态结构
（二）血管系统
（三）神经支配
（四）成牙本质细胞层
（五）牙体修复与牙髓健康
第三节　牙周组织
一、牙龈
二、龈牙结合
三、牙体修复与牙龈健康
四、生物学宽度
第四节　牙骨质
一、组织形态
（一）牙骨质纤维
（二）牙骨质基质
（三）牙骨质细胞
二、釉牙骨质界

三、牙本质 - 牙骨质界
四、生物学特性
第五节　　根尖周组织
一、根尖牙周膜
（一）牙周纤维
（二）基质
（三）细胞
（四）血管和淋巴管
（五）神经
二、牙槽骨
三、根尖周组织的生物学特点
第五章　　牙体牙髓病治疗的生物力学基础
第一节　　牙体牙髓病治疗力学
相关结构因子
一、牙体组织结构特点
（一）牙釉质
（二）牙本质
（三）牙骨质
（四）牙髓
二、生物矿化与生物矿物
（一）形成有机基质预组织
（二）界面分子识别诱导成核
（三）矿物生长的定向控制
（四）生物矿物在细胞参与下组装成高级结构
三、咀嚼运动
（一）咀嚼肌力
（二）咀嚼压力
（三）咀嚼效率
四、牙周耐力
第二节　　牙体组织的基本力学性能
一、牙釉质的拉压力学性能
二、牙本质的拉压力学性能
三、牙体组织的剪切力学性能
四、牙体结构的力学效应
（一）牙齿结构的力学分析
（二）牙齿受力分析
五、影响牙体组织力学性能的因素
（一）力学性质的评价项目及目的
（二）理想晶体的强度
（三）牙体组织、修复材料强度下降的因素
第三节　　牙体组织的各向异性力学性能
一、广义虎克定律和弹性系数
二、实验方法
（一）直接测量法
（二）超声波法
三、牙体组织的各向异性力学性质
第四节　　牙体组织的断裂力学性质
一、有关断裂强度理论
二、牙体组织脆性断裂的原因
三、牙齿断裂功
四、牙齿的断裂韧性
五、温度对牙齿断裂力学性质的影响
六、牙齿断裂过程电子断口分析
七、牙齿的自然断裂
第五节　　生物力学在牙体牙髓病治疗中的应用
一、抗力形
（一）修复材料应具备良好的生物力学特性
（二）增加修复体抗力的措施

（三）增加牙体预备抗力的措施
（四）增加修复体与牙体抗力的措施
二、固位力
（一）摩擦力
（二）约束力
（三）粘固力
三、牙体组织切割时的应力
（一）牙科牙钻砂针切割力学
（二）切割产热
（三）牙体组织的保存
四、洞形设计的力学
（一）洞形设计
（二）固位钉的应用
五、修复材料的选择
（一）银汞合金
（二）金合金
（三）复合树脂
（四）垫底材料
六、嵌体的应力
七、牙体牙髓病治疗的生物力学原则
（一）以力学性质为第一位
（二）具备良好的生物相容性
（三）修复材料以物理性为基础
（四）达到口颌各种力量的平衡协调
第六章　　牙体牙髓病治疗的美学基础
第一节　　牙体修复的美学概念
第二节　　牙体形态与美学
一、牙体形态的雕塑美
二、前牙的黄金比例美
（一）牙体长宽的黄金比
（二）牙冠正视宽度的黄金比
（三）前牙覆？的黄金比
三、牙齿的对称美
四、牙齿的节奏美
（一）咬合接触的交替节奏美
（二）颈缘曲线的动感节奏美
（三）牙冠倾斜角渐变节奏美
（四）牙冠长度渐变节奏美
（五）牙冠颜色渐变节奏美
五、牙体与牙龈及口唇的和谐美
六、牙型、牙弓型与面型的协调美
第三节　　色彩与牙体美学
一、色彩的三要素
（一）色相
（二）明度
（三）彩度
二、牙体的色彩变化规律
（一）同一牙位不同部位颜色的变化
（二）不同牙位颜色的变化
（三）不同年龄牙齿颜色的变化
（四）不同性别牙齿色彩的变化
（五）不同牙髓状况牙齿颜色的变化
（六）四环素牙、氟斑牙的色彩特征
三、比色及选色
（一）提高辨色能力
（二）掌握比色技巧
（三）改善比色环境
第四节　　视觉与牙体美学

一、视觉平衡与牙体修复
二、性别在牙体修复中的视觉体现
三、性格在牙体修复中的视觉体现
（一）活泼型人
（二）儒雅型人
（三）力量型人
四、年龄在牙体修复中的视觉体现
（一）青少年阶段
（二）中年阶段
（三）老年阶段
第五节 错觉与牙体修复美学
一、错觉的概念
二、形态错觉
（一）长短错觉
（二）面积错觉
（三）光反射错觉
（四）对比错觉
（五）分割错觉
（六）渐变错觉
三、色彩错觉
（一）色彩的面积错觉
（二）色彩的距离错觉
（三）色彩的重量错觉
第六节 心理学与牙体美学修复
一、牙齿的审美心理
二、牙齿对人的心理影响
三、牙体美容修复求治者的心理类型分析
（一）合理性求美心态
（二）期望过高求美心态
（三）从属性求美心态
四、牙体美学修复中医患的心理交流
第七节 牙体修复材料与美学
一、修复材料学特点
二、修复材料的色泽性
三、修复材料的变色与腐蚀
（一）修复体的老化
（二）修复材料的腐蚀
（三）修复材料的磨损与着色
四、各种修复材料的应用审美要求
（一）银汞合金
（二）复合树脂
（三）玻璃离子粘固剂
第七章 龋病
第一节 龋病病因
一、细菌因素
二、牙菌斑
三、食物因素
四、宿主因素
五、时间因素
第二节 临床表现
一、牙齿光泽与颜色的改变
二、牙齿硬组织缺损
三、牙齿光滑度和硬度的改变
四、进行性破坏
五、好发部位
（一）好发牙
（二）好发牙面
（三）牙面的好发部位

第三节　　临床分类
一、按龋损破坏的进展速度分类
（一）急性龋
（二）猛性龋
（三）慢性龋
（四）静止龋
二、按龋损发生在牙面上的解剖部位分类
（一）窝沟龋
（二）平滑面龋
（三）牙根面龋
（四）线形釉质龋
三、按龋损破坏的深度分类
（一）浅龋
（二）中龋
（三）深龋
四、按龋损发生与牙体修复治疗的关系分类
（一）原发龋
（二）继发龋
（三）余留龋
五、其他分类
第四节　　龋病的诊断
一、常规诊断方法
（一）视诊
（二）探诊
（三）叩诊
二、特殊诊断方法
（一）X线检查
（二）温度诊法
（三）牙线检查
（四）诊断性备洞
三、诊断新技术
（一）光导纤维透照技术
（二）电阻抗技术
（三）超声波技术
（四）弹性模具分离技术
（五）染色技术
（六）定量激光荧光法
（七）其他新技术
四、鉴别诊断
（一）牙釉质钙化不全
（二）牙釉质发育不全
（三）氟斑牙
第五节　　龋病的治疗
一、非手术治疗
（一）适应证
（二）药物治疗
二、手术治疗
（一）龋洞的分类
（二）洞形的基本结构
（三）抗力形
（四）固位形
（五）洞的外形设计
（六）洞形制备的基本原则
（七）洞形制备的步骤
（八）各类洞形的制备要点
（九）洞的隔湿、消毒、干燥
（十）窝洞的垫底
第六节　　深龋治疗

一、深龋的诊断要点
二、深龋的洞形制备
三、深龋的治疗
（一）深龋治疗前必须判明的情况
（二）治疗方法
第八章　　牙体修复术
第一节　　银汞合金及修复
一、银汞合金的组成
二、银汞合金的性能
三、银汞合金修复术
四、粘接性银汞合金
五、银汞合金的中毒及防护
第二节　　牙色材料及修复
一、牙色材料的分类及性能
（一）复合树脂
（二）玻璃离子粘固剂
（三）复合体
二、牙色材料的临床应用
（一）牙色材料的特点
（二）牙色材料的选择
三、牙体硬组织的粘接
（一）粘接的生物学基础
（二）牙釉质粘接的表面处理
（三）牙本质、牙骨质粘接的表面处理
（四）牙体硬组织的粘接修复
（五）全酸蚀、湿粘接技术
三、牙色材料修复术
（一）复合树脂修复术
（二）玻璃离子粘固剂和复合体修复术
第三节　　牙体严重缺损的修复
一、活髓牙严重缺损的修复
（一）附加固位钉修复
（二）沟槽固位与银汞合金钉技术
二、根管治疗后的牙体修复
（一）根管桩的作用
（二）根管桩修复的适应证
（三）根管桩的类型
（四）影响根管桩修复的因素
第四节　　嵌体修复
一、复合树脂嵌体
（一）适应证
（二）复合树脂嵌体的制作
（三）复合树脂嵌体的优点
二、金属嵌体
（一）适应证
（二）金属嵌体的制备
（三）金属嵌体的特点
三、ＣＡＤ／ＣＡＭ嵌体
（一）ＣＡＤ／ＣＡＭ系统的制作原理
（二）ＣＡＤ／ＣＡＭ嵌体的特点
（三）ＣＡＤ／ＣＡＭ嵌体的制备
四、其他类型的嵌体
（一）瓷嵌体
（二）金－瓷嵌体
第九章　　牙外伤
第一节　　分类
一、牙外伤ＷＨＯ标准
（一）牙釉质折裂

（二）未累及牙髓的冠折
（三）累及牙髓的冠折
（四）根折
（五）冠根折
（六）牙脱位
（七）牙撕脱
（八）牙槽突折裂
二、Ａｎｄｒｅａｓｅｎ标准
（一）牙硬组织和牙髓损伤
（二）牙硬组织、牙髓和牙槽突损伤
（三）牙周膜损伤
（四）牙龈及口腔粘膜损伤
三、常用临床分类
（一）牙折
（二）牙震荡
（三）牙脱位
第二节　　检查和诊断方法
一、问诊
二、视诊
三、松动度测试
四、叩诊
五、Ｘ线检查
第三节　　临床表现和治疗
一、牙折
（一）冠折
（二）根折
（三）冠根折
二、牙震荡
三、牙脱位
（一）半脱位
（二）外向脱位
（三）侧向脱位
（四）嵌入性脱位
（五）牙撕脱
四、乳牙外伤
第四节　　牙外伤的并发症
一、牙髓炎
二、牙髓坏死
三、髓腔变窄或消失
四、慢性根尖周炎
五、根外吸收
第十章　　牙体慢性损害性疾病
第一节　　磨损
一、病因
二、分级及临床特点
（一）Ⅰ级磨损
（二）Ⅱ级磨损
（三）Ⅲ级磨损
三、常见的并发症
（一）牙本质过敏症
（二）食物嵌塞
（三）牙髓和根尖周疾病
（四）颞下颌关节紊乱综合征
（五）创伤？
（六）创伤性溃疡
四、治疗与预防
（一）去除不良习惯
（二）使用含氟制剂

（三）去除诱发因素
第二节　　磨牙症
一、病因
（一）心理因素
（二）全身性疾病
（三）？关系不协调
（四）职业因素
二、临床分型
（一）磨牙型
（二）紧咬型
（三）混合型
三、治疗
（一）去除致病因素
（二）去除？不协调因素
（三）肌电反馈治疗
（四）并发症的处理
第三节　　牙隐裂
一、病因
（一）牙体硬组织结构缺陷
（二）治疗手术
（三）？力创伤
（四）热力
二、临床表现
三、诊断
四、治疗
（一）调？
（二）修复治疗
（三）牙髓治疗
第四节　　楔状缺损
一、病因
（一）刷牙
（二）牙颈部的组织结构薄弱
（三）酸的作用
（四）牙体疲劳学说
（五）牙颈部产酸性细菌的生物学作用
二、临床表现
（一）新月型
（二）浅碟型
（三）三角型
（四）不规则型
三、治疗和预防
（一）改正不良的刷牙方式
（二）浅、中型无症状楔状缺损者
（三）深型楔状缺损且牙髓健康者
（四）深型楔状缺损牙髓已穿髓、牙髓坏死或已出现牙髓根尖周疾病者
第五节　　酸蚀症
一、病因
（一）食物因素
（二）职业因素
（三）胃酸过多或胃酸上逆
二、临床表现
三、预防和治疗
（一）改善劳动条件
（二）脱敏和修复治疗
第六节　　牙根纵裂
一、病因
（一）创伤性？力
（二）根管治疗

（三）根管内固位桩
（四）牙根的形态和大小
（五）牙齿的增龄性变化
二、临床表现
三、治疗
第十一章　　牙齿发育异常性疾病
第一节　　牙釉质发育不全
一、发病机制
二、临床表现
三、临床诊断
四、鉴别诊断
五、治疗
第二节　　遗传性牙本质发育不全
一、病因
二、临床表现
三、临床诊断
四、治疗
第三节　　先天梅毒牙
一、发病机制
二、临床表现
（一）半月形切牙
（二）桑葚状磨牙
（三）蕾状磨牙
三、诊断
四、治疗
第四节　　畸形中央尖
一、诊断
二、治疗
第五节　　牙内陷
一、发病机制
二、临床表现
（一）畸形舌侧窝
（二）畸形根面沟
（三）畸形舌侧尖
（四）牙中牙
三、诊断
四、治疗
第十二章　　牙齿颜色异常的诊断与治疗
第一节　　四环素牙
一、发病机制
二、治疗方法
（一）复合树脂遮盖法
（二）漂白脱色法
（三）烤瓷全冠或贴面修复
第二节　　死髓变色牙
一、牙髓坏死导致牙冠变色的原因
（一）外伤
（二）龋病
（三）修复材料
二、死髓牙变色的防治
（一）及早去髓充填根管预防变色
（二）髓室内漂白
（三）光敏树脂遮盖或烤瓷冠修复
第三节　　牙齿外源性着色
一、临床表现
二、防治方法
第十三章　　牙本质敏感症
第一节　　病因

一、全身因素
二、局部因素
三、发病机制
（一）神经学说
（二）成牙本质细胞感受器学说
（三）流体动力学说
第二节　　临床表现和诊断
一、临床表现
二、检查诊断
第三节　　治疗
一、药物脱敏
（一）氟化物
（二）锶制剂
（三）硝酸银
（四）氢氧化钙制剂
（五）钾盐脱敏
二、粘接剂脱敏
三、修复脱敏
四、冠修复
五、激光脱敏
（一）热效应
（二）影响牙本质Ｃａ／Ｐ比值，提高牙本质钙化程度
第十四章　　氟牙症
第一节　　氟牙症的流行病学
一、研究历史
二、氟牙症与龋病的关系
三、我国氟牙症的流行情况及特征
第二节　　氟牙症的病因及分类
一、饮水型
二、食物型
三、空气污染型
四、工业污染型
五、饮茶型
六、含氟制剂使用过程中所引起的慢性氟中毒
第三节　　氟牙症严重程度的影响因素
一、机体对氟化物代谢的影响
二、水中氟化物的影响
三、气候的影响
四、食物的影响
五、营养的影响
六、年龄、体重、牙齿发育的影响
第四节　　氟牙症的临床表现及特点
一、恒牙氟牙症
二、乳牙氟牙症
三、氟牙症的临床表现
（一）发生部位
（二）患牙牙数
（三）牙面表现
第五节　　氟牙症的诊断与鉴别诊断
一、牙釉质发育不全
二、四环素牙
三、非氟斑
四、牙面着色
五、脱矿性斑
第六节　　氟牙症的治疗
一、治疗原则
二、治疗方法
（一）漂白法

（二）修复法
（三）微量磨除法
第七节　　氟牙症的预防
一、预防原则
二、预防措施
第十五章　　牙髓疾病
第一节　　病因
一、微生物感染及感染途径
（一）牙体途径
（二）牙周途径
（三）血源性感染
二、化学因素
三、物理因素
四、生理性因素
五、全身及其他因素
六、医源性因素
第二节　　分类及临床表现
一、可复性牙髓炎
二、不可复性牙髓炎
（一）急性牙髓炎
（二）慢性牙髓炎
（三）逆行性牙髓炎
（四）残髓炎
三、牙髓坏死与坏疽
四、牙髓变性
（一）牙髓退行性变
（二）牙髓钙化
（三）牙内吸收
第三节　　牙髓炎的诊断
一、常规检查
（一）问诊
（二）望诊及扪诊
（三）探诊
（四）叩诊
（五）咬诊及染色法
二、牙髓温度测试
三、牙髓电测试
四、X线检查
五、诊断性磨除及麻醉试法
六、全身检查
七、鉴别诊断
第四节　　牙髓炎的治疗
一、应急处理
（一）无痛技术
（二）开髓引流
（三）药物镇痛
（四）拔除患牙
二、保髓治疗
（一）无菌技术
（二）无痛技术
（三）盖髓术
（四）牙髓切断术
三、保存患牙
第十六章　　根尖周围组织疾病
第一节　　病因
一、细菌感染
（一）感染途径
（二）根尖周感染的细菌种类

（三）细菌与根尖周病临床症状的关系
（四）细菌致病的毒力因子及致病机制
二、创伤因素
三、化学刺激
四、免疫因素
（一）抗原性物质
（二）免疫细胞及细胞因子
（三）免疫反应
第二节　　分类及临床表现
一、急性根尖周炎
（一）急性浆液性根尖周炎
（二）急性化脓性根尖周炎
二、慢性根尖周炎
（一）根尖肉芽肿
（二）慢性根尖脓肿
（三）根尖囊肿
第三节　　根尖周病的诊断
一、急性根尖周炎的诊断
二、慢性根尖周炎的诊断
第四节　　根尖周病的治疗
一、治疗前的准备
（一）了解病史
（二）临床检查
（二）制定治疗方案
二、治疗原则
（一）解除疼痛
（二）保存患牙
三、应急处理
（一）开放髓腔
（二）脓肿切开
四、根管治疗术
（一）适应证
（二）根管预备
（三）根管充填
（四）根管治疗术的成败
五、牙髓塑化疗法
（一）适应证
（二）塑化液配方
（三）酚醛树脂作用机制
（四）操作方法
六、变异干髓术
七、根尖诱导成形术
八、根尖外科手术
（一）适应证
（二）手术步骤
（三）根尖切除后的组织修复
九、牙再植术
（一）适应证
（二）手术步骤
第十七章　　儿童牙体牙髓病
第一节　　儿童牙齿的特点
一、儿童牙列
（一）乳牙列阶段
（二）混和牙列阶段
（三）年轻恒牙列阶段
二、儿童牙齿的解剖学特点
（一）乳牙解剖
（二）年轻恒牙解剖

第二节　　常见的儿童牙体牙髓病
一、儿童龋病
（一）儿童患龋状况
（二）儿童易患龋的因素
（三）儿童患龋的牙位、牙面特点
（四）龋病对儿童的危害
二、乳牙牙髓病
（一）急性牙髓炎
（二）慢性牙髓炎
（三）牙髓坏死
（四）牙髓变性
三、乳牙根尖周病
四、年轻恒牙牙髓病及根尖周病
第三节　　乳牙龋病的诊断和治疗
一、乳牙龋的分类
（一）临床分类
（二）Ｍａｓｓｌｅｒ，Ｓｃｈｏｕｒ分类
（三）ＡＢＣ分类
（四）四度分类
二、乳牙龋的临床特点
三、乳牙龋的诊断要点
四、乳牙龋的治疗
（一）阻断性治疗
（二）再矿化治疗
（三）修复治疗
（四）非创伤性修复治疗
第四节　　年轻恒牙龋病的治疗特点
一、年轻恒牙龋的临床特点
二、年轻恒牙龋病的治疗原则
三、年轻恒牙龋病的治疗方法
（一）再矿化治疗
（二）预防性树脂充填
（三）修复治疗
（四）嵌体修复
（五）预成冠修复
第五节　　儿童牙髓及根尖周病的诊断和治疗
一、儿童牙髓及根尖周病的病变特点
二、儿童牙髓及根尖周病的诊断
（一）主诉症状
（二）临床检查
三、儿童牙髓及根尖周病的治疗
（一）乳牙牙髓病和根尖周病的治疗
（二）年轻恒牙牙髓病和根尖周病的治疗
第十八章　　老年牙体牙髓病
第一节　　口腔的增龄性改变
一、口腔生理的增龄性变化
（一）咀嚼功能的变化
（二）口腔感觉功能的改变
（三）唾液分泌及功能的变化
二、牙齿的增龄性变化
（一）牙齿组成的变化
（二）牙齿形态的改变
（三）髓腔的增龄变化
第二节　　老年常见牙体牙髓病
一、龋病
（一）龋病类型
（二）好发部位
（三）老年根面龋

（四）老年患者对疼痛的反应性
二、牙髓及根尖周病
（一）牙髓病
（二）根尖周病
三、非龋牙体疾病
（一）楔状缺损
（二）磨损
（三）牙隐裂
（四）牙齿敏感症
第三节　　老年牙体牙髓病诊断治疗的特点
一、老年龋病的分类
二、根面龋的临床特点和诊断
三、老年根面龋的治疗方法
四、老年牙髓病的临床特点
（一）急性牙髓炎
（二）慢性牙髓炎
（三）逆行性牙髓炎
（四）残髓炎
（五）牙髓坏死
（六）牙髓变性
（七）牙内吸收
五、老年牙髓病的治疗原则
（一）应急处理
（二）牙髓治疗
六、老年根尖周病的临床特点及诊断
（一）急性根尖周炎
（二）慢性根尖周炎
七、老年根尖周病的治疗
（一）解除疼痛
（二）保存患牙
第十九章　　牙髓根尖周病治疗
第一节　　牙髓根尖周病诊断新技术
一、激光多普勒流量测定仪
二、脉冲血氧定量法
三、数字Ｘ线成像技术
第二节　　根管预备新技术
一、根管预备方法
（一）逐步后退技术
（二）被动逐步后退技术
（三）逐步深入技术
（四）冠根向根管预备技术
（五）平衡力技术
（六）超声根管扩大法
（七）动力驱动根管预备系统
二、镍钛根管预备系统
（一）机动普发镍钛根管预备系统
（二）ＱｕａｎｔｅｃＳｅｒｉｅｓ２０００镍钛根管预备系统
（三）Ｌｉｇｈｔｓｐｅｅｄ镍钛根管预备系统
（四）ＴｒｉＡｕｔｏＺＸ镍钛根管预备系统
（五）ＰｒｏＴａｐｅｒ预备技术
三、根管冲洗及根管预备润滑剂
四、超声根管冲洗技术
第三节　　根管消毒的现代概念
一、根管消毒的方法
二、根管消毒药物的种类
第四节　　根管充填的现代概念和方法
一、根管充填材料
（一）固体类根管充填材料

（二）糊剂类根管充填材料
二、根管充填新技术
（一）冷牙胶加压充填法
（二）热牙胶加压充填法
（三）其他根管充填方法
（四）根管牙胶３Ｄ充填技术
第五节　　外科手术显微镜在牙髓根尖周病诊治中的应用
一、寻找根管口和疏通钙化根管
二、修补根管壁穿孔
三、取出折断器械和折断根管桩
四、根尖周显微外科手术
第六节　　ＭＴＡ在牙髓根尖周疾病治疗中的应用
一、ＭＴＡ的组成及理化性质
二、ＭＴＡ在牙髓根尖周疾病治疗的临床应用
（一）ＭＴＡ作为盖髓剂
（二）ＭＴＡ作为倒充填材料
（三）ＭＴＡ用于根管壁和髓室底穿孔的修补
（四）根尖诱导成形
第七节　　激光在牙髓根尖周病治疗中的应用
一、激光的种类
（一）ＣＯ２激光
（二）Ｎｄ：ＹＡＧ激光
（三）Ｅｒ：ＹＡＧ激光
（四）Ｈｏ：ＹＡＧ激光
（五）准分子激光
（六）氩离子激光
二、激光在牙髓治疗的作用机制
三、激光在牙髓病治疗中的应用
（一）降低牙本质渗透性
（二）根管预备
（三）根管消毒杀菌
（四）根管内髓石的清除
（五）根管内残余活牙髓的处理
（六）根管充填中的应用
第二十章　　牙体牙髓病治疗的特殊处理
第一节　　疼痛
一、意外穿髓
二、牙髓性疼痛
（一）激发痛
（二）电流刺激牙髓痛
（三）自发痛
三、根管治疗期间的疼痛
四、干髓术治疗期间的疼痛
（一）封失活剂后的疼痛
（二）失活剂引起的牙周组织坏死
（三）失活剂引起的药物性根尖周炎
（四）干髓术治疗后的疼痛
五、牙髓塑化治疗后的疼痛
（一）残髓炎
（二）急性根尖周炎
六、牙周性疼痛
（一）咬合痛
（二）持续性自发痛
第二节　　器械折断
一、原因
二、处理
第三节　　修复体折裂松脱
一、原因

二、处理
第四节　　牙齿折断
一、冠折
二、根折
第五节　　继发龋
一、原因
二、处理
第二十一章　　牙体牙髓病诊治的常用器械
第一节　　常规检查器械
一、无钩镊
二、口镜
三、探针
第二节　　特殊检查器械
一、牙本质厚度测量仪
二、光导纤维照明器
三、牙髓电测试仪
四、根管内窥镜
五、手术显微镜
第三节　　隔湿器械
一、橡皮防水障
（一）橡皮障系统的组成
（二）安装橡皮障
（三）橡皮障安置时应解决的问题
二、简易棉卷隔湿
第四节　　洞形制备充填器械
一、钻针
二、手持备洞器械
（一）挖匙
（二）凿形雕刻器
（三）锄形雕刻器
（四）斧形雕刻器
（五）龈阶修整器
（六）点线角修整器
三、手持充填器械
（一）粘固粉充填器
（二）银汞充填器
（三）银汞输送器
（四）远中充填器
（五）复合树脂充填器械
四、手持修整器械
（一）银汞雕刻器
（二）银汞光滑器
第五节　　固位、成形器械
一、固位钉
（一）粘固钉
（二）摩擦固位钉
（三）自攻螺纹钉
二、成形器械
（一）传统成形片夹
（二）ｐａｌｏｄｅｎｔ成形系统
（三）成形圈
（四）自制简易成形圈
（五）预成无缝铜圈
（六）可调式成形圈
（七）楔子
（八）聚脂薄膜成形片
三、其他器械
（一）粘固粉调拌刀

（二）调板
（三）三用枪
（四）气枪头
（五）水枪头
第六节　　根管长度测定器械
一、手用器械
（一）手用根管扩大器械
（二）刻度诊断针
（三）B－W刻度板
（四）根管毫米尺
（五）根尖探测器
二、电子根管长度测定仪
（一）直流电阻测定器
（二）发声探针
（三）根尖定位仪
第七节　　根管扩大器械
一、第Ⅰ组器械
（一）光滑髓针
（二）拔髓针
（三）髓针柄
（四）扩孔钻
（五）根管锉
二、第Ⅱ组根管预备器械
三、第Ⅲ组根管预备器械
（一）扩孔钻类机用器械
（二）镍钛合金器械
四、根管校准系统
五、探路器
六、根管探测系统
七、根管预备手机
第八节　　超声和声振根管预备系统
一、超声根管器械
二、超声根管治疗仪
三、声振根管预备系统
第九节　　根管冲洗器械
一、根管冲洗针
（一）尖端平头式根管冲洗针
（二）尖端盲头式根管冲洗针
二、根管超声协同系统
第十节　　根管充填器械
一、手持器械
（一）根管镊
（二）垂直充填器
（三）侧向充填器
（四）热力根充压器和根充扩大器
二、聚合材料及糊剂型材料充填器
（一）光滑髓针
（二）机用螺旋充填器
三、热塑牙胶充填器械
（一）注射技术充填器械
（二）牙胶传送器械
（三）旋转技术
第十一节　　器械使用常见意外及处理
一、手用扩锉器械
二、机用扩锉器械
三、根管内折断器械的去除
四、超声与根管显微系统
参考文献